

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PROPOSTA DE REQUISITOS AMBIENTAIS RELATIVOS A RECURSOS
MATERIAIS NA ETAPA DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

CURITIBA
2012

VIVIANE DE JESUS

PROPOSTA DE REQUISITOS AMBIENTAIS RELATIVOS A RECURSOS
MATERIAIS NA ETAPA DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Construção Civil – Área de Concentração: Gerenciamento

Orientador: Professor Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA
2012

TERMO DE APROVAÇÃO

VIVIANE DE JESUS

PROPOSTA DE REQUISITOS AMBIENTAIS RELATIVOS A RECURSOS MATERIAIS NA ETAPA DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Área de Concentração: Gerenciamento, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Sergio Scheer
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil – UFPR

Examinadores:

Prof^a. Dr^a. Adriana de Paula Lacerda Santos
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil - UFPR

Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – UTFPR

Curitiba, 19 de junho de 2012.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria Municipal de Educação, que me permitiu iniciar os estudos no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil, especialmente o Diretor do departamento de logística, Sr. Cilos Vargas e o Coordenador de obras, Arquiteto Solano Glock.

Ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, que permitiu o desenvolvimento de minha pesquisa participante na instituição.

Ao meu querido amigo Emanuel Leem, que me acompanhou durante todo o processo desta dissertação e me apoiou nos momentos mais difíceis.

À minha irmã Rosana, que me despertou para os momentos em que contestar é necessário.

Ao Professor Sérgio Scheer, por me receber como sua orientanda e pela demonstração de respeito e profissionalismo.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio em mais uma etapa de progresso, conquista e alegria em minha vida.

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são.”

Aristóteles

RESUMO

A presente pesquisa procurou identificar as melhorias necessárias na fase de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável, utilizando como referência dois sistemas de avaliação ambiental e como unidade caso, uma instituição responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos de edificações públicas. A fim de identificar as melhorias necessárias na fase de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável, optou-se pela utilização de dois métodos de pesquisa combinados. Inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica, a fim de se desenvolver um referencial teórico adequado referente à gestão do processo de projeto no ambiente construído e o estado da arte dos sistemas de certificação ambiental existentes. Posteriormente, optou-se pela análise dos requisitos ambientais voltados para a categoria Recursos Materiais, utilizando como referência os sistemas de avaliação LEED e AQUA. A fim de analisar como ocorre a gestão da etapa de projeto e a implantação de requisitos ambientais, optou-se pela pesquisa do tipo exploratória, utilizando como estratégia de pesquisa o Estudo de Caso, tendo como unidade-caso uma instituição responsável pela elaboração e desenvolvimento dos projetos das edificações da Prefeitura Municipal de Curitiba. Finalmente, foram desenvolvidas propostas de diretrizes para implantação de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações.

Palavra-chave: sistemas de avaliação ambiental, gestão de projeto, requisitos ambientais.

ABSTRACT

This present research aimed to identify the improvements required in the project phase of buildings so as to make it environmentally sustainable, using as a reference two assessment systems and as a unit case, an institution responsible for the elaboration and development of public building projects. In order to identify those required improvements in the project phase to make it environmentally sustainable, it was opted to use two combined research methods. First, a literature research was done to develop an adequate theoretical reference regarding the project process management in the built environment and the state of art of the existing environmental certificate systems. Posteriorly, it was chosen to analyze the environmental requirements focused on the material resources category, using as a reference the LEED and AQUA assessment systems. For the purpose of analyzing how the project management step and the implementing of environmental requirements occur, it was opted for an exploratory research, using as a strategy the case study, having as unit case the institute responsible for elaborating and developing building projects of the Municipality of Curitiba. Finally, proposals of guidelines were developed for implementing the environmental requirements in the project phase of buildings.

Keywords: environmental assessment system, project management, environmental requirements

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases do processo de projeto de edificações.....	23
Figura 2: Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.	39
Figura 3: Modelo genérico para organização do processo de projeto de forma integrada e simultânea.....	40
Figura 4: Fluxograma simplificado do processo do projeto integrado.	41
Figura 5: Fluxograma de procedimentos para licitação.	50
Figura 6: Custos de operação do imóvel em relação ao custo de implantação do imóvel (projeto e execução).....	54
Figura 7: Centro Municipal de Educação Infantil Padrão 150 (edificação para atendimento em período integral de 150 crianças, na faixa etária de 0 a 5 anos).	91
Figura 8: Escola Padrão Vertical, com 2 pavimentos.	92
Figura 9: Centro Municipal de Educação Infantil Padrão 260 (edificação para atendimento em período integral de 260 crianças, na faixa etária de 0 a 5 anos).	92
Figura 10: Rodoviária de Curitiba (Projeto de reforma).	93
Figura 11: Organograma Funcional do IPPUC.....	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação entre os princípios gerenciais tradicionais e os princípios gerenciais da Qualidade Total.....	34
Quadro 2: Requisitos ambientais e categorias de desempenho - LEED.	76
Quadro 3: Categorias do AQUA.....	80
Quadro 4: Ambientais e Categorias de desempenho - AQUA.....	81
Quadro 5: Relação entre critério ambiental e etapa de implantação do critério - LEED.....	98
Quadro 6: Relação entre critério ambiental e etapa de implantação do critério - AQUA.....	100
Quadro 7: Requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, a serem implantados na etapa de Estudo Preliminar do projeto.....	102
Quadro 8: Requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Ambientais, a serem implantados na etapa de Anteprojeto.	104
Quadro 9: Distribuição dos cargos por área de formação.	112
Quadro 10: Atendimento dos critérios relativos à Recursos Materiais na unidade caso.....	130
Quadro 11: Diretrizes para implantação de requisitos ambientais na fase de projeto.	143

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACCV – Análise do Custo do Ciclo de Vida

ACV – Análise do Ciclo de Vida

ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

BIM – Building Information Modeling

CERFLOR - Programa Brasileiro de Certificação Florestal

CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction

FM – Facility Management

FSC - Forest Stewardship Council (Conselho de Manejo Florestal)

GBC – Green Building Council

HQE – Hauté Qualité Environnementale

IISBE - International Initiative for Sustainable Built Environment

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ISO – International Standard Organization

JIT – Just in Time

LCC – Life Cycle Costing

LCA – Life Cycle Assessment

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

PGRCC – Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba

PSQ - Programa Setorial de Qualidade

SESA – Secretaria da Saúde do Estado do Paraná

SIMAC - Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos

SME – Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de Curitiba

SMOP – Secretaria Municipal de Obras Públicas da Prefeitura de Curitiba

TQM – Total Quality Management

USP – Universidade de São Paulo

USGBC – United States Green Building Council

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 O PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.2 OBJETIVO	16
1.3 PRESSUPOSTO	17
1.4 MÉTODO DE PESQUISA: ASPECTOS GERAIS	17
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	18

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 PROCESSO DE PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO	20
2.1.1 Processo de Projeto	21
2.1.2 Etapas do processo de projeto	21
2.1.2.1 Programa de necessidades	24
2.1.2.2 Expectativas e satisfação do cliente	28
2.1.2.3 Gerenciamento de Requisitos	30
2.1.2.4 Qualidade no processo de projeto	33
2.1.2.5 Projeto integrado	36
2.1.2.6 Produção enxuta e a gestão de projetos	42
2.1.2.7 Tecnologia da Informação e o processo de projeto	43
2.1.2.8 Modelagem de um processo de gestão de projetos	46
2.1.3 Processo de projeto e gestão pública	48
2.1.3.1 Dificuldades para obtenção da qualidade no processo do projeto em empreendimentos públicos	51
2.1.4 Fase de uso e manutenção	53
2.2 AMBIENTE CONSTRUÍDO E SUSTENTABILIDADE	56
2.2.1 Dimensões da sustentabilidade	58
2.2.2 Arquitetura Sustentável	60
2.2.3 Análise do Ciclo de Vida da edificação	63
2.2.4 Normatização da Análise do Ciclo de Vida	65
2.2.5 Pegada ecológica	66
2.2.6 Sistemas de Avaliação Ambiental	68
2.2.6.1 BREEAM	69
2.2.6.2 LEED	70
2.2.6.3 BEPAC	71
2.2.6.4 GBC	71
2.2.6.5 HQE	72
2.2.7 Fase de projeto e arquitetura sustentável	73
2.2.8 Sistemas de Avaliação pesquisados	75
2.2.8.1 Sistema de Avaliação LEED	75
2.2.8.2 Sistema de Avaliação AQUA	79

CAPÍTULO 3

3 MÉTODO DE PESQUISA	86
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	86
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	86
3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO	87
3.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA	88
3.4.1 Pesquisa Bibliográfica	88

3.4.2 Estudo de Caso.....	89
3.4.2.1 Critérios para seleção do estudo de caso	90
3.4.2.2 Delimitação da Unidade-caso.....	90
3.4.2.3 Caracterização da Unidade-caso.....	91
3.5 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	93
3.5.1 Revisão Bibliográfica.....	93
3.5.2 Estudo de caso.....	94
3.6 ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE DOS DADOS.....	95
CAPÍTULO 4	
4 ANÁLISES E RESULTADOS	97
4.1 Análise dos requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, que podem ser implantados na fase de projeto.	101
4.1.1 Estudo Preliminar.....	102
4.1.1.1 Reutilização do edifício.....	103
4.1.2 Anteprojeto.....	103
4.1.2.1 Reutilização de recursos	105
4.1.2.2 Materiais com conteúdo reciclado	105
4.1.2.3 Materiais rapidamente renováveis.....	106
4.1.2.4 Uso de madeira certificada	106
4.1.2.5 Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção... ..	106
4.1.2.6 Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção	107
4.1.2.7 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção	108
4.2 ESTUDO DE CASO.....	109
4.2.1 Caracterização geral da empresa	109
4.2.2 Organização Funcional	110
4.2.3 Contratação de projetos na unidade de análise	112
4.2.4 Gestão de projeto na unidade de análise	113
4.2.5 Cenário - Como são implantados os critérios ambientais da categoria Recursos Materiais na unidade caso	114
4.2.5.1 Implantação de requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, na fase de estudo preliminar	114
4.2.5.1.1 Reutilização do edifício	114
4.2.5.2 Implantação de requisitos ambientais na fase de anteprojeto.....	116
4.2.5.2.1 Reutilização de recursos.....	116
4.2.5.2.2 Materiais com conteúdo reciclado.....	117
4.2.5.2.3 Materiais rapidamente renováveis	118
4.2.5.2.4 Uso de madeira certificada.....	119
4.2.5.2.5 Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção	120
4.2.5.2.5.1 Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção ...	121
4.2.5.2.5.2 Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade/separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção.....	121
4.2.5.2.5.3 Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas	123
4.2.5.2.6 Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção...	123
4.2.5.2.6.1 Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício.....	123
4.2.5.2.6.2 Escolher produtos de construção de fácil conservação	124

4.2.5.2.7 Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção	125
4.2.5.2.7.1 Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção.....	125
4.2.5.2.7.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção.....	127
4.2.5.2.7.3 Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	127
4.2.5.2.7.4 Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	128
4.3 RESULTADOS	128
CAPÍTULO 5	
5 DIRETRIZES PROPOSTAS	135
5.1 DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE REQUISITOS AMBIENTAIS NAS ETAPAS DE PROJETO.....	135
5.1.1 Programa de Necessidades.....	136
5.1.1.1 Levantamento e análise do local	136
5.1.1.2 Seleção de um sistema de avaliação e certificação ambiental.....	136
5.1.1.3 Constituição da equipe	137
5.1.1.4 Reunião inicial multidisciplinar de equipe.....	138
5.1.1.5 Gestão do processo	138
5.1.1.6 Pesquisa e análise	139
5.1.2 Estudo Preliminar.....	139
5.1.2.1 Reunião multidisciplinar de equipe.....	139
5.1.2.2 Pesquisa e análise	139
5.1.2.3 Gestão do processo	140
5.1.3 Anteprojeto.....	140
5.1.3.1 Reunião multidisciplinar de equipe.....	141
5.1.3.2 Pesquisa e análise	141
5.1.3.3 Gestão do processo	141
5.1.4 Projeto Executivo	141
5.1.4.1 Reunião multidisciplinar de equipe.....	142
5.1.4.2 Elaboração dos documentos	142
5.1.4.3 Gestão do processo	142
5.1.5 Resumo das diretrizes propostas.....	142
CAPÍTULO 6	
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	144
6.1 CONCLUSÕES	144
6.2 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	145
REFERÊNCIAS	147

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o esgotamento dos recursos naturais e as condições de vida do planeta tem se refletido nos diversos setores do mundo moderno, inclusive na arquitetura e no urbanismo. Entretanto, para que efetivamente se alcance o desenvolvimento sustentável, é preciso um equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, formando o eixo principal da sustentabilidade, que engloba as esferas **sociais, econômicas e ambientais**.

Da esfera ambiental é esperado o equilíbrio entre a proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma racional, sem comprometer a qualidade de vida aceitável no planeta; no âmbito social o desenvolvimento de sociedades justas que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida para todos; e da dimensão econômica espera-se a facilidade de acesso a recursos e oportunidades, aumentando a prosperidade para todos, sem ferir os direitos humanos básicos (SILVA, 2007).

O setor da construção civil é um dos grandes responsáveis pela geração de impactos ambientais negativos, passando a ser determinante na avaliação da qualidade de um projeto a questão ambiental, a fim de reduzir ao máximo os possíveis impactos ambientais negativos que o edifício virá a causar. Desta forma, os critérios de avaliação do impacto ambiental da solução proposta para a edificação, dos materiais utilizados, da geração de resíduos provenientes do processo de construção, dos dispositivos de redução do consumo de energia e água incorporados ao edifício entre outras questões, passam a ser relevantes na concepção e desenvolvimento dos projetos (SALGADO e MARQUES, 2007).

A indústria da construção civil tem focado nos aspectos relacionados à sustentabilidade do ambiente construído, crescendo a demanda por formas de avaliar, mesmo que de forma simplificada, o desempenho social, econômico e ambiental de edifícios. Existem várias ferramentas que avaliam os impactos que o

projeto irá acarretar, tanto no nível ambiental, quanto no nível social e econômico. A busca do aperfeiçoamento destas ferramentas e da concepção de novos métodos de avaliação tem sido constante no meio científico, a fim de avaliar todo o ciclo de vida da edificação, incluindo os participantes associados ao desenvolvimento, produção, distribuição, utilização e disposição final da edificação (HUNKELER e REBITZER, 2005).

Nos últimos anos tem acontecido uma preocupação maior dos participantes do processo de construção de edificações com o processo de projeto. Vários pesquisadores nacionais (MELHADO, 2003 e TZORTZOPOULOS, 1999) têm apontado o grande potencial de melhoria do desempenho das edificações a partir da gestão do processo de projeto. As questões de sustentabilidade ao serem inseridas na fase de projeto do ciclo de vida da edificação podem ser trabalhadas de forma muito mais eficaz, possibilitando a obtenção de projetos mais sustentáveis e também mais satisfatórios ao cliente. A necessidade de se desenvolver um novo processo de projeto que demande que todo produto, processo e procedimento sejam questionados e revisados através de uma nova perspectiva que inclua os impactos ao ambiente e ao bem-estar humano, possibilita um ambiente mais agradável e produtivo para seus usuários, além de uma maior economia na fase de uso e operação (HOK, 2011).

É de extrema importância que os arquitetos estejam comprometidos com o desenvolvimento de projetos que minimizem os impactos de suas obras no ambiente natural e tenham como filosofia a busca constante de estratégias e tecnologias que possibilitem a produção de projetos cada vez mais sustentáveis, além de trabalhar junto aos proprietários e gerentes do projeto o levantamento e o balanceamento dos fatores do empreendimento que possam minimizar o impacto ao ambiente e que possam trazer benefícios ao empreendedor (DOERR ARCHITECTURE, 2006 apud SALGADO e MARQUES, 2007).

Entre os aspectos a serem considerados na definição do projeto e que possui grande impacto na sustentabilidade da edificação, destaca-se a correta especificação dos materiais de construção. Essa é uma das decisões que representa grande parcela de responsabilidade no resultado do projeto, devido à sua utilização em grande quantidade da edificação como um todo e aos grandes

impactos que sua extração, produção, transporte e aplicação podem gerar ao meio-ambiente.

Por esse motivo, a ênfase deste trabalho é o aspecto **ambiental** da sustentabilidade, com foco na avaliação do impacto ambiental dos materiais de construção. Dentro deste contexto, a presente pesquisa procurou identificar as melhorias necessárias no processo de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável, utilizando dois sistemas de avaliação como referência para implantação de requisitos ambientais, delimitando a pesquisa à categoria de recursos materiais dos dois sistemas de avaliação escolhidos.

1.1 O PROBLEMA DE PESQUISA

Esta dissertação visa responder à seguinte questão de pesquisa:

“Como propor requisitos ambientais sustentáveis no processo de projeto das edificações públicas?”

1.2 OBJETIVO

Identificar as melhorias necessárias no processo de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável, segundo o LEED e o AQUA.

Objetivos específicos:

- Identificar os requisitos ambientais a serem aplicados no processo de projeto de uma edificação, utilizando como referência dois sistemas de avaliação de impacto ambiental.
- Identificar as etapas do processo de projeto de uma edificação onde os requisitos ambientais devem ser implantados.
- Analisar os requisitos ambientais que devem ser implantados na fase de concepção e desenvolvimento do projeto de uma edificação.

- Compreender a gestão do processo de projeto de uma empresa responsável pela concepção e desenvolvimento de projetos.
- Analisar como são implantados os requisitos ambientais em uma empresa responsável pela concepção e desenvolvimento de projetos.

1.3 PRESSUPOSTO

Tem-se como pressuposto principal que melhorias na gestão de projeto podem contribuir para a implantação de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA: ASPECTOS GERAIS

Segundo Yin (2001) a escolha do método de pesquisa conduz os procedimentos necessários para a coleta de informações, análise dos dados e demonstração da validade das descobertas. Neste contexto, a fim de identificar as melhorias necessárias no processo de projeto de uma edificação pública para torná-la ambientalmente sustentável, optou-se pela utilização de dois métodos de pesquisa combinados.

Inicialmente foi desenvolvida a pesquisa bibliográfica, a fim de se desenvolver um referencial teórico adequado referente à análise do processo de projeto no ambiente construído e o estado da arte dos sistemas de certificação ambiental existentes, a partir do levantamento, leitura e ordenação de artigos técnicos publicados em periódicos e congressos, dissertações, teses e livros.

Na segunda fase da pesquisa foram escolhidos dois sistemas de certificação ambiental como metodologia de avaliação de indicadores ambientais, servindo como critério metodológico e científico para implantação de requisitos ambientais no processo de projeto de uma edificação. Os dois sistemas escolhidos foram o LEED e o AQUA, devido ao reconhecimento internacional de ambos e a sua ampla aplicação no mercado brasileiro.

Posteriormente optou-se pela pesquisa do tipo Exploratória, utilizando como estratégia de pesquisa o Estudo de Caso. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é

uma estratégia de pesquisa que envolve investigação empírica de um fenômeno contemporâneo particular dentro do contexto da vida real, utilizando várias fontes de evidência. Para responder a pergunta “Como ocorre a implantação de requisitos ambientais no processo de projeto da edificação?” o método de pesquisa mais indicado é o Estudo de Caso.

Segundo Gil (1987) as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vista na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. São desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato, constituindo muitas vezes a primeira etapa de uma investigação mais ampla. Quando o tema escolhido é bastante genérico, torna-se necessário seu esclarecimento e delimitação, o que exige revisão da literatura e outros procedimentos. O produto final desse processo passa a ser um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais especializados (GIL, 1987).

Desta forma, o presente projeto buscou abordar a falta de implantação de requisitos ambientais nas edificações de forma estruturada e fundamentada em procedimentos científicos. Procurou revisar os principais conceitos associados ao tema e utilizou a Assessoria de Projetos do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC, setor responsável pela elaboração dos projetos da Prefeitura Municipal de Curitiba, como referência de pesquisa para a análise da implantação de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações públicas.

Para validação da pesquisa e verificação da hipótese foi realizado o confronto entre o conhecimento estabelecido na revisão bibliográfica e as evidências da realidade, identificando o desenvolvimento do processo de projeto utilizado e como os requisitos ambientais podem ser atendidos e geridos em cada etapa do processo. Para este fim foram utilizadas entrevistas, documentação formal e informal e observação direta.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Devido à extensão do tema, foram impostas algumas delimitações principais ao presente estudo:

a) a elaboração de diretrizes no processo de projeto capazes de torná-la ambientalmente sustentável restringe-se à etapa de projeto do ciclo de vida das edificações;

b) o objeto de estudo refere-se à implantação de requisitos ambientais na categoria **Recursos Materiais** dos sistemas de avaliação LEED e AQUA;

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROCESSO DE PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A despeito da sua representatividade social e econômica, a construção tem sido criticada pela incapacidade de alcançar níveis de desempenho similares a outros setores industriais. Contudo, pode-se observar um movimento para a melhoria do desempenho na indústria de diversos países. A globalização e os avanços na tecnologia da comunicação têm permitido um intercâmbio de experiências e uma transferência de informações inédita. O ambiente competitivo tem estimulado as empresas a buscarem inovações tecnológicas e gerenciais. Acordos setoriais impuseram a certificação compulsória do sistema da qualidade como requisito para a participação em licitações públicas. No setor privado, os clientes preocupam-se cada vez mais com a geração e preservação do valor em seus empreendimentos (MELHADO e GRILO, 2003).

Os mesmos autores afirmam que alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto têm sido extensivamente propostas. As abordagens podem focalizar uma única organização - sistema de gestão da qualidade, ou se concentrar em uma etapa específica do processo de produção, tal como o desenvolvimento do projeto. Outras atravessam as fronteiras organizacionais (plano da qualidade do empreendimento), as fases do processo de produção (*design-build*) ou mesmo do empreendimento (gestão do conhecimento).

As filosofias de gestão, como a gestão da qualidade total, tendem a beneficiar as relações entre os membros da indústria. A competição por redução dos prazos, por sua vez, implica no desenvolvimento rápido de novos produtos, demandando formas inovadoras de cooperação entre projetistas, construtores e fornecedores. Desta forma, pode-se verificar que embora algumas iniciativas enfoquem a gestão do empreendimento como um todo, as abordagens propostas promovem melhorias diretas ou indiretas na gestão do processo de projeto (MELHADO, 2003).

2.1.1 Processo de Projeto

Segundo Nascimento e Santos (2001) o termo projeto pode ser definido de várias maneiras, de acordo com o contexto em que está inserido. Projeto pode ser definido como a idéia que se tem em executar ou realizar algo de forma que atenda da melhor maneira possível as necessidades dos clientes em conformidade com seus requisitos, podendo ser definido em várias acepções como:

- Acepção popular: intenção de realizar algo.
- Acepção em economia: conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, obtidas com o objetivo de analisar uma decisão de investimento.
- Acepção na Construção Civil: conjunto de informações (desenhos, especificações, etc.) que instruem a implantação de um empreendimento.

Em Tzortzopoulos (1999) projeto é definido em diferentes contextos por vários autores como em Cross (1994) que entende que qualquer coisa a nossa volta que não seja parte da natureza foi projetada por alguém. No mesmo trabalho, menciona-se que projeto foi definido por Lawson (1983) como a produção de uma solução (ênfase no produto) e também como a resolução de problemas (ênfase no processo).

2.1.2 Etapas do processo de projeto

O ciclo de vida no ambiente construído pode ser dividido em três fases distintas, porém relacionadas entre si. A primeira fase é de desenvolvimento, compreendendo a idéia inicial do empreendimento, a concepção e o planejamento do projeto, a aquisição do terreno e a efetiva construção. A segunda fase, a fase de utilização da edificação, quando o imóvel está pronto para ser utilizado. E a última fase, quando há uma tendência do imóvel em ser gradualmente desocupado, onde se deve decidir se existe alternativas de modernização, de remodelação ou somente possibilidade de destruição, com o desenvolvimento de um novo projeto (WEISE; SCHULTZ e TRIERWELLER, 2008).

Nos últimos anos tem acontecido uma preocupação maior dos participantes do processo de construção de edificações com o processo de projeto. Vários pesquisadores nacionais (Melhado, 2003 e Tzortzopoulos, 1999), têm apontado o

grande potencial de melhoria do desempenho das edificações a partir da gestão do processo de projeto. Embora o ganho a obter com a adequada gestão do projeto seja evidente, ainda não é possível quantificar o mesmo de forma exata em termos de desempenho ou custo. Autores como Picchi (1993) e Rodríguez e Heineck (2001) apontam que uma adequada gestão do processo de projetos pode significar uma redução de 6% do custo direto das obras.

Considerando que processos de execução de edificações, com suas peculiaridades e especificidades, assemelham-se às atividades de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), cabe citar que segundo Rozenfeld *et al* (2006) apud Fabrício (2011), as escolhas iniciais de projeto são responsáveis por aproximadamente 85% do custo final do produto. Desta forma, no âmbito da construção civil, as etapas iniciais de projeto são fundamentais para o resultado final do empreendimento (FABRICIO, 2011).

Para uma adequada gestão do processo de projeto e aplicação de conceitos, o processo deve ser dividido em etapas. Tomando como base modelos indicados por diversos pesquisadores (MELHADO, 2003 e TZORTZOPOULOS, 1999), podem ser identificados os seguintes participantes no processo de projetos: proprietário; coordenador do projeto; engenheiros e encarregados de obra; arquiteto; engenheiro de estruturas; engenheiros de sistemas prediais e outros consultores (custos, solos, tecnologias construtivas) (HEINECK e RODRIGUES, 2007).

Na Figura 1 são apresentadas as etapas do processo de projeto no ambiente construído.

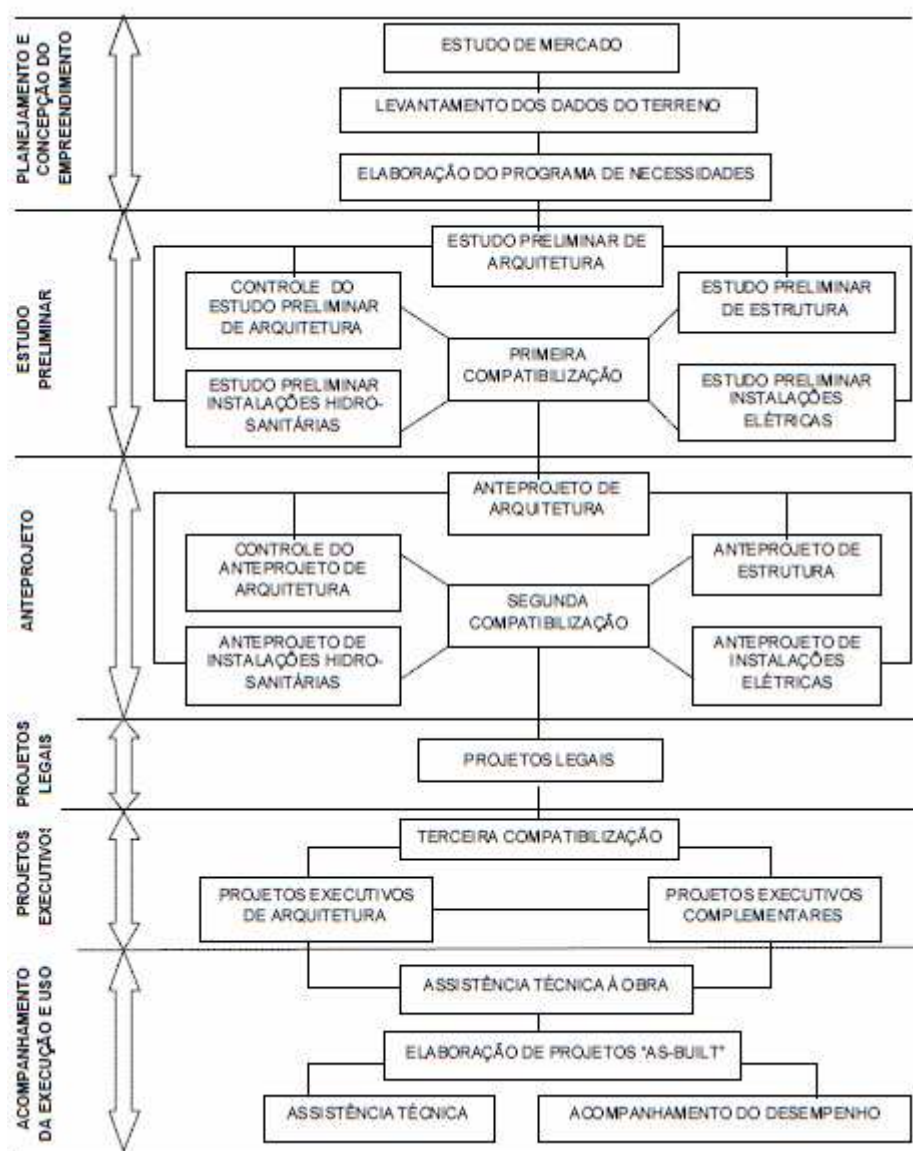


Figura 1: Fases do processo de projeto de edificações.

Fonte: Heineck (2007)

Segundo o Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo (ASBEA, 2011), as principais etapas do projeto são:

- Estudo preliminar - apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração das edificações e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.
- Anteprojeto - Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-

dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.

- Projeto legal – refere-se ao projeto arquitetônico proposto, com todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.
- Projeto de execução - Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com os projetos complementares e com as informações necessárias à execução da obra. Estabelece o custo mínimo possível que se pode obter em decorrência da especificação dos materiais, equipamentos e normas de execução dos serviços, tolerâncias, configurações básicas, métodos construtivos e tudo mais relacionado à construção da edificação. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares, com os respectivos detalhes construtivos, caderno de especificações de materiais e serviços e do orçamento, estabelecendo o custo provável da obra.

2.1.2.1 Programa de necessidades

O Programa de necessidades é considerado uma das primeiras fases de um processo de projeto e está concentrado principalmente nas fases iniciais de levantamento, análise, especificação e validação dos requisitos do cliente. No entanto, a tendência atual é utilizar o programa como parte de um sistema integrado, utilizando esta ferramenta em todo o ciclo de vida do empreendimento. Esta abordagem é de grande importância, em virtude das mudanças drásticas que ocorrem nos requisitos do cliente ao longo da vida útil de uma instalação, como no caso da remodelagem ou adaptação de ambientes para usos diferentes daqueles para os quais foram projetados (JALLOW; DEMIAN; BALDWIN e ANUMBA, 2008).

No processo de projeto, seja ele em qual área de aplicação está sendo utilizado, é importante levantar em primeiro lugar as necessidades dos clientes envolvidos e formular a partir destas necessidades os requisitos funcionais do produto. Em arquitetura, o processo de projeto implica em levantar, compreender e organizar as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto do edifício.

Para isso, o procedimento deve lidar com dados de diferentes naturezas, obtidos em diversas fontes, mas que devem estar organizados e documentados a fim de dar apoio ao processo seguinte, o projeto arquitetônico (KOWALTOWSKI, 2009).

Desta forma o programa arquitetônico deve ser expresso de modo sintético, através de quadros e diagramas, e apoiado por uma documentação completa, reunida durante os estudos das condições que determinam os propósitos do edifício a ser projetado, utilizando diversas informações obtidas em uma série de fontes de dados, a fim de ser possível compreender e descrever o problema que o projeto do edifício deve resolver (KOWALTOWSKI, 2009).

Segundo Kowaltowski (2009) as fontes de dados que podem ser utilizadas neste programa de necessidades estão descritas a seguir:

(a) Avaliações pós-ocupação: o estudo do espaço que se pretende modificar ou das edificações semelhantes àquela que será projetada representa a possibilidade de observar como determinadas alternativas de projeto obtiveram êxito ou não, dadas certas condicionantes. A partir de questionários, observações, avaliações documentais, registros, listas de atividades, mapas comportamentais e medições técnicas, torna-se possível empreender a análise de um ambiente construído, segundo seus propósitos funcionais, além de constituir uma oportunidade de avaliar e quantificar situações que serão comuns ao novo edifício a ser projetado;

(b) Revisão da literatura especializada: durante o processo de programação arquitetônica, os tópicos que são identificados como relevantes para o desenvolvimento do projeto podem ser amplamente estudados a partir dos trabalhos publicados sobre o assunto. Os relatos sobre o êxito ou a inadequação de determinadas soluções diante de um problema estão registrados na literatura especializada, o que oferece uma variada fonte de experiências para o programa arquitetônico;

(c) Normas, legislações e recomendações: reunião das condições técnicas que o projeto do edifício deve observar. Embora várias normas descrevam as particularidades do contexto de como o edifício deve ser utilizado, muitos dos princípios que regem um determinado tipo de edificação podem ser identificados na literatura técnica específica. Nessas fontes de informação são encontrados também

os manuais e requisitos técnicos dos equipamentos que a edificação deverá acomodar, o que inclui exigências técnicas de instalações e estruturais, bem como condições de conforto e segurança de operação;

(d) Usuários: a consulta às pessoas que irão ocupar o edifício projetado é uma fonte importante de informação para o programa arquitetônico de um edifício. A identificação dos requisitos funcionais que o espaço construído deverá satisfazer depende de procedimentos de entrevista junto ao usuário e da observação das suas atividades. Existem métodos participativos de projeto, como os jogos, modelos em escala real e a aplicação de sofisticados recursos visuais. As participações do cliente e do usuário permitem incluir uma diversidade de opiniões e percepções sobre o ambiente que priorizam os aspectos de conforto, funcionalidade, economia e estética, além de ampliar a base de conhecimento da natureza do objeto de projeto. Este procedimento exige uma documentação profunda, com clareza e objetividade em sua comunicação, a fim de registrar com precisão a origem das observações levantadas pelos atores do processo;

(e) Análise de projetos: levantamento das características de edifícios que possuem afinidades com o projeto em desenvolvimento. A contribuição da análise de projetos para o processo de programação depende da identificação dos requisitos funcionais exigidos pela nova edificação, considerados relevantes em situações similares. Assim, na fase de programação de um novo edifício, a análise de um projeto arquitetônico de referência permite esclarecer quais foram as prioridades do projeto, seus requisitos funcionais e as origens das soluções apresentadas. A partir da crítica arquitetônica ao projeto de referência conduz-se o procedimento de análise através da seleção de parâmetros, da classificação, da atribuição de pesos e da definição de uma lista de verificação.

As tarefas envolvidas na definição do programa de necessidades abrangem o levantamento de informações, a identificação dos padrões dos problemas e a captação das contribuições do cliente. Neste sentido, faz parte do programa determinar os principais tópicos do projeto, segundo os valores identificados pelos clientes, e apresentá-los de modo claro e preciso. Quando não for identificado um interesse do usuário quanto a determinado tópico, ele pode ser deixado em aberto para ser definido pelo projetista durante o desenvolvimento da forma. No entanto, é importante que o programa estabeleça as prioridades do projeto, tanto em termos da

qualidade esperada pelo usuário e pelo cliente como a quantificação das metas e indicadores, devendo se limitar à descrição do contexto ou dos aspectos gerais da forma, evitando sugerir ou impor soluções de projeto para o edifício (KOWALTOWSKI, 2009).

O programa de necessidades deve identificar também as características físicas, psicológicas e culturais do usuário, bem como as atividades desempenhadas no espaço a ser projetado e os valores do usuário em relação ao espaço construído. Por esse motivo, as técnicas de programação arquitetônica dão especial atenção ao tratamento dispensado junto aos clientes e usuários do projeto e incluem levantamentos de informações através de entrevistas, questionários e dinâmicas de grupo (KOWALTOWSKI e GRANJA, 2011).

O programa de necessidades deve estabelecer de maneira significativa as prioridades do projeto, tanto em termos da qualidade esperada pelo usuário e pelo cliente como a quantificação das metas e indicadores. Essas duas propriedades da informação são identificadas pela maioria das estruturas de programação, como no caso do *problem seeking*, que define os seus cinco passos através da intercalação de dados qualitativos e quantitativos: as fases de definição de “metas”, “conceitos” e “problemas” são compostas por dados qualitativos, enquanto as fases de identificação de “fatos” e “necessidades” exigem dados quantitativos (KOWALTOWSKI, 2009).

Outra propriedade importante da natureza da informação que constitui o programa arquitetônico, é que não se devem apresentar soluções de projeto, muito menos definir propriedades do edifício, antes da fase de projeto. Os requisitos funcionais devem ser expressos em termos que indiquem a qualidade exigida, as funções esperadas ou os valores pretendidos, e não uma orientação de como a forma deva cumprir esses objetivos (KOWALTOWSKI, 2009).

O resultado do programa será diferente em cada um dos procedimentos e para cada programador, podendo ser uma relação de princípios que o projetista deverá considerar ou uma descrição minuciosa de espaços, áreas, atividades e até mesmo mobiliários que o edifício vai abrigar. No entanto, todas as estruturas operam com requisitos funcionais, definidos a partir do levantamento de uma grande quantidade de informações que conforme são refinadas durante o processo, originam às diretrizes que o projeto deverá seguir. Cabe então ao projetista arquiteto

apresentar soluções para os problemas definidos pelo programa (KOWALTOWSKI, 2009).

2.1.2.2 Expectativas e satisfação do cliente

A expectativa é uma crença do que vai acontecer como resultado de uma ação. Ao escolher um determinado contratante para prestação de serviços de construção, o cliente cria expectativas sobre o que vai acontecer como resultado desta decisão. Estas expectativas se dão em função de três fatores: opinião de outros clientes sobre a empresa contratada, as experiências do cliente com outros empreiteiros semelhantes e as necessidades e crenças individuais dos clientes (MALONEY, 2002).

As expectativas desempenham um papel extremamente importante na avaliação de desempenho, contudo o conceito de desempenho só tem sentido se houver algum padrão ou ponto de referência. Maloney (2002) identifica dez elementos como determinantes para a qualidade do serviço, onde o cliente desenvolve uma expectativa para cada um destes elementos baseado nos três fatores descritos acima.

Acesso: este fator envolve a facilidade e rapidez de contato entre o cliente e o pessoal contratado e deve ter um fluxo em ambos os sentidos, onde a iniciativa de contato não deve partir somente do cliente, mas também do contratado. As novas tecnologias de informação e as visitas aos locais de trabalho facilitam o acesso. Um exemplo disto são os encontros de serviço, podendo ser definidos como o período de tempo durante o qual o cliente e o empreiteiro interagem pessoalmente, tendo sido chamados pelos especialistas em marketing como “o momento da verdade” ou o momento em que o cliente verifica se suas solicitações estão sendo atendidas. Cada encontro é uma oportunidade para o contratante reforçar seu compromisso com a satisfação do cliente e a percepção de qualidade do cliente em relação ao serviço oferecido.

Comunicação: este fator implica em manter o cliente informado em uma linguagem que ele possa compreender o processo, podendo significar que a empresa tenha que ajustar a sua linguagem conforme o perfil do cliente. O contratante, por meio de uma comunicação eficaz, pode reduzir a incerteza do cliente, aumentando assim a sua satisfação.

Competência: a competência pode ser definida como o conjunto das habilidades necessárias e o conhecimento do serviço a ser executado. Os atores envolvidos no processo de construção do empreendimento podem ser definidos como os responsáveis pela execução e pela fiscalização do serviço e o pessoal que entra em contato direto com o cliente. Estes últimos devem ser treinados para interagir com o cliente, antecipando suas necessidades e esclarecendo suas dúvidas, influenciando de maneira significativa a percepção do cliente em relação à qualidade do serviço.

Cortesia: este fator envolve delicadeza, respeito, consideração e simpatia. A chave para a cortesia é a boa capacidade de relacionamento interpessoal e respeito ao cliente.

Credibilidade: a credibilidade envolve confiança e honestidade. Implica em fazer o que você diz que vai fazer. No caso de um contrato de construção de uma edificação, se o trabalho é executado a partir de um custo, se houver tentativas por parte do contratado de reivindicar maiores custos, ocorre perda de credibilidade e insatisfação do cliente.

Confiabilidade: este fator implica em regularidade no desempenho e confiança. A confiabilidade está intimamente ligada à credibilidade.

Capacidade de resposta: diz respeito à disposição ou prontidão para fornecer o serviço, envolvendo pontualidade, pronto atendimento e capacidade para responder as necessidades do cliente. A capacidade de responder ao cliente no tempo adequado influencia significativamente na percepção que o cliente tem sobre a qualidade do serviço oferecido.

Redução de incertezas: este fator envolve a segurança física e financeira do projeto e a confidencialidade das informações trocadas entre os responsáveis.

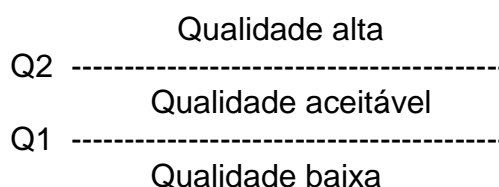
Evidências físicas: constitui o ambiente externo do serviço oferecido, abrangendo as instalações físicas, a aparência do pessoal, as ferramentas ou equipamentos utilizados para prestar o serviço, influenciando significativamente a percepção do cliente em relação a qualidade do serviço prestado.

Compreensão e conhecimento do cliente: este fator envolve o esforço para entender o cliente, procurando compreender os requisitos específicos de cada cliente, proporcionando atenção individualizada e reconhecendo o cliente regular.

Desta forma, segundo Maloney (2002), a qualidade do serviço oferecido envolve a impressão geral do cliente em relação à organização e aos serviços oferecidos, a partir de uma comparação entre o serviço esperado e o serviço percebido:

$$\text{Serviço percebido} - \text{serviço esperado} = \text{qualidade do serviço percebido}$$

A qualidade do serviço percebido pode ser dividida em três categorias, conforme a seguir:



A zona entre Q1 e Q2 é a zona em que o nível de qualidade do serviço percebido é aceitável. Também tem sido referida como a zona de indiferença, em que o que foi recebido é o que foi esperado, nem mais nem menos. O cliente não é nem animado nem decepcionado. No mundo da gestão da qualidade total - TQM, a zona de indiferença é o lugar onde a maioria das empresas estão localizadas. Há alguns empresas cujo desempenho cai abaixo de Q1, e há algumas empresas cujo desempenho fica acima de Q2. Uma empresa com um Filosofia TQM terá como objetivo que o cliente perceba o desempenho da empresa acima de Q2, isto é, um nível que excede significativamente o desempenho esperado. Quando isso acontece, o cliente está extremamente satisfeito e contente (MALONEY, 2002).

2.1.2.3 Gerenciamento de Requisitos

Segundo Huovila e Leinonen (2001) um requisito pode ser definido como a capacidade de identificação de uma opinião, que permite definir as características físicas, a qualidade e as necessidades de um produto ou processo. O bom requisito deve ser completo, sem ambigüidade, consistente, viável, de solução neutra, necessário, conciso e verificável. Desta forma, o gerenciamento de requisitos deve garantir que ocorra uma solução eficiente para que as necessidades de todos os

envolvidos sejam atendidas. O desafio é capturar as necessidades expressas e não expressas das diferentes partes interessadas ao longo do processo, a fim de garantir que o que será alcançado corresponde ao que é necessário, devendo o produto final da construção, o edifício, satisfazer as necessidades de todas as partes interessadas de uma forma abrangente (HUOVILA e LEINONEN, 2001).

Em quase todos os aspectos da vida, existem requisitos que terão que ser definidos. Nós definimos que tipo de carros que dirigimos, definimos nossas necessidades de moradia e os padrões educacionais para os nossos filhos. Desta mesma forma serão definidos a prestação de serviços ou desenvolvimento do projeto do ambiente construído, servindo como guia em que o cliente medirá quanto dos seus desejos serão cumpridos pelos prestadores. Estas condições especificadas pelo cliente tornam-se os requisitos de um projeto ou serviços (JALLOW; DEMIAN; BALDWIN e ANUMBA, 2008).

Segundo Kamara e Anumba (2000) os requisitos do cliente podem ser definidos como os objetivos, necessidades, desejos e expectativas da pessoa ou da empresa responsável pela contratação do serviço, incluindo os desejos coletivos, perspectivas e expectativas de todos os envolvidos. Os requisitos são as declarações das necessidades dos clientes que são transformadas em um projeto arquitetônico e posteriormente em um desejo realizado.

O processo de gerenciamento de requisitos deve procurar entender, modelar e analisar as necessidades de todos os participantes, com a finalidade de desenvolver uma especificação dos requisitos de forma completa, consistente e inequívoca. O primeiro alvo é capturar os requisitos. Uma vez que é impossível satisfazer todas as necessidades de todos os interessados, o segundo alvo da engenharia de requisitos é colocar em conjunto as diferentes necessidades das diversas partes interessadas (HUOVILA e LEINONEN, 2001).

O Briefing é considerado uma das primeiras fases de um processo construtivo e está concentrado principalmente nas fases iniciais de levantamento, análise, especificação e validação dos requisitos do cliente. No entanto, a tendência atual é de utilizar o briefing como parte de um sistema integrado, utilizando esta ferramenta em todo o ciclo de vida do empreendimento. Esta abordagem é de grande importância, em virtude das mudanças drásticas que ocorrem nos requisitos ao longo da vida útil de uma instalação, como no caso da remodelagem ou

adaptação de ambientes para usos diferentes daqueles para os quais foram projetados (JALLOW; DEMIAN; BALDWIN e ANUMBA, 2008).

A informação dos requisitos deve ser gerida ao longo de todo o ciclo de vida da edificação e entre todos os interessados, permitindo o desenvolvimento das necessidades e a integração de todas as equipes envolvidas. Neste contexto, a gestão dos requisitos está surgindo como um catalisador para o sucesso do empreendimento, sendo até mesmo considerada uma falha no processo de gestão a não aplicação do gerenciamento de requisitos, visto que ele promove um melhor intercâmbio e colaboração nos processos envolvidos (JALLOW; DEMIAN; BALDWIN e ANUMBA, 2008).

Na construção civil existem vários agentes envolvidos em um empreendimento, cujos interesses podem ser afetados com o resultado da execução de um projeto ou com a conclusão bem sucedida de um empreendimento. O cliente pode ser representado por um indivíduo ou uma organização que administra os interesses do comprador dos serviços de construção, usuários em potencial e outros grupos interessados. No processo de desenvolvimento do projeto na construção civil existe grande diversidade de clientes e profissionais envolvidos, podendo ter inúmeras relações cliente-fornecedor nas inúmeras etapas do processo (MIRON, 2008).

O Processo de Desenvolvimento do Projeto, segundo Miron (2008), pode ter múltiplas alternativas de soluções que serão influenciadas pela quantidade, precisão e organização das informações disponíveis aos projetistas. O gerenciamento da informação busca a identificação, análise, priorização e disponibilização das informações sobre as necessidades e preferências do cliente, tendo como objetivo possibilitar uma melhor definição das soluções de projeto, agregando maior valor ao produto final. Neste sentido, os requisitos de projeto podem ser definidos como os benefícios que satisfazem as necessidades do empreendimento, incluindo os requisitos dos usuários, os requisitos dos grupos de interesse e os requisitos do ciclo de vida do empreendimento para operação, manutenção e disposição final (KAMARA, 2000 apud MIRON, 2008).

Segundo Huovila e Leinonen (2001) os principais problemas no processo de desenvolvimento do projeto são os problemas de comunicação entre os vários participantes, a falta de uma abordagem sistemática, a necessidade de dominar o

conhecimento de todo o processo e as alterações dos requisitos requeridos durante o processo. Alguns exemplos dos principais problemas no aspecto dos requisitos do projeto podem ser descritos a seguir:

- Os interessados vêm muitas vezes a gestão de requisitos como uma interrupção de seu trabalho, visto que há necessidade de se verificar constantemente se os requisitos solicitados estão sendo cumpridos.
- Ocorre a perda ou extravio dos requisitos capturados durante o início ou durante o processo de projeto
- Os requisitos relativos à fase de manutenção são esquecidos durante a fase de concepção do projeto
- Muitos colaboradores são identificados e incluídos somente na fase final do projeto.

2.1.2.4 Qualidade no processo de projeto

Estudos e pesquisas têm abordado a importância do projeto, nas suas diversas etapas, para a qualidade do ambiente construído. Falhas no projeto podem gerar patologias, desperdício de material e tempo, comprometendo o custo final e a qualidade do empreendimento. Pesquisas na área de construção civil mostram que os problemas que ocorrem no projeto e execução da construção podem estar relacionados a fatores de ordem técnica, de gestão e organização, além de fatores humanos. É primordial, para a gestão da qualidade, a implantação de gestão participativa e descentralizada, buscando-se o entrosamento entre os processos relativos à administração e produção, sem perder de vista que a qualidade está diretamente ligada aos recursos humanos, sendo a motivação o fator que tem maior influência no bom resultado do trabalho (SALGADO e MOTTA, 2003).

O Quadro 1 a seguir faz uma comparação entre os princípios gerenciais tradicionais e os adotados na Gestão da Qualidade Total.

Quadro 1: Comparação entre os princípios gerenciais tradicionais e os princípios gerenciais da Qualidade Total.

GERÊNCIA TRADICIONAL	GERÊNCIA DA QUALIDADE TOTAL
As necessidades dos produtos e dos serviços são definidas por especialistas.	Foco no Cliente: os usuários dos produtos e serviços definem o que querem.
Erros e desperdícios tolerados se não excederem os limites-padrão.	Não há tolerância para erros, desperdícios e trabalhos que não agreguem valor aos produtos e serviços.
Produtos e serviços inspecionados para se descobrirem problemas que serão em seguida "consertados".	Prevenção dos Problemas.
Grande parte das decisões baseadas em pressupostos e intuições.	Decisões baseadas em fatos, a partir de dados concretos e procedimentos científicos.
Planejamento em curto prazo, baseado no ciclo orçamentário.	Planejamento em longo prazo , baseado em melhorar o desempenho da missão.
Produtos ou serviços definidos de forma sequencial por departamentos isolados.	Planejamento simultâneo do ciclo vital completo do produto ou serviço, feito por equipes multifuncionais.
Controle e melhoria realizados individualmente por gerentes e especialistas.	Trabalho em equipe , incluindo gerentes, especialistas, funcionários, fornecedores, clientes e instituições coligadas.
Melhoria baseada em progressos únicos, como computadores e automação.	Melhoria contínua da forma como cada aspecto do trabalho é feito.
Estrutura vertical e centralizada, baseada no controle.	Estrutura horizontal e descentralizada , baseada na maximização do valor agregado aos produtos e serviços.
Contratos de curto prazo, realizados com base no preço.	Parceria com fornecedores com obrigações em longo prazo entre comprador e vendedor, baseadas na Qualidade e na melhoria contínua.

Fonte: SALGADO e MOTTA (2003)

Segundo Melhado e Grilo (2003) diversos países têm implantado programas de garantia da qualidade, tendo o setor público como indutor. As experiências evidenciaram a necessidade de inclusão dos seguintes programas no setor público:

- Incentivo à gestão da qualidade no empreendimento
- Autonomia frente à norma ISO 9001
- Incorporação de requisitos ambientais
- Atribuição de responsabilidades para os clientes
- Criação de sistemas de avaliação de projetistas e construtores
- Instituição de mecanismos compensatórios
- Independência com relação à concorrência de preços
- Verificação antecipada dos projetos e métodos construtivos pelas equipes.

Entretanto, a despeito da sua importância na competitividade e desempenho dos negócios, a qualidade tem sido largamente inexplorada na construção. A garantia da qualidade tem sido implantada, com frequência, como um artifício para assegurar a participação em licitações. Como resultado, a prática tende a ser burocrática e baseada em controles, implicando em custos sem contrapartida. A garantia da qualidade raramente proporciona benefícios suficientes para justificar a sua implantação em termos de custos e aumento no desempenho e na produtividade, os objetivos da adoção de filosofias como a *Total Quality Management* - TQM (MELHADO e GRILO, 2003).

Os projetistas dificilmente estabelecem programas formais de garantia da qualidade e dentro das pressões para a entrega dos projetos tendem a minimizar os controles. Muitos projetistas acreditam que sistemas da qualidade implicam em rotinas de trabalho adicionais. Embora a impressão seja equivocada, mudanças básicas no projeto são requeridas. Críticas comuns remetem à burocracia, permanência da seleção por menor preço e restrição da criatividade para responder a empreendimentos únicos e diversos (MELHADO e GRILO, 2003).

Segundo Melhado e Grilo (2003) os potenciais benefícios da implantação de sistemas da qualidade em escritórios envolvem:

- Redução de custos, riscos e incompatibilidades
- Aumento da eficiência, dos lucros e da penetração no mercado
- Validação dos documentos e gestão das comunicações.

Segundo Melhado e Grilo (2003) a melhoria na gestão do processo de projeto demanda, sobretudo, o comprometimento dos agentes primários do empreendimento:

i) *cliente*: seleção das equipes por critérios técnico-econômicos, envolvimento precoce dos construtores, exigência de planos de gestão da qualidade em editais, emprego dos contratos como ferramentas de gestão dos riscos, liderança no processo e busca de relações duradouras com projetistas e construtores

ii) *projetistas*: adoção de técnicas de programação e métodos de trabalho alternativos, gerenciamento de prazos e custos complementar à competência no

desenvolvimento do projeto e emprego de técnicas de retroalimentação junto aos clientes

iii) *construtores*: envolvimento precoce no processo de projeto, retroalimentação da equipe de projeto, elaboração do projeto 'as-built' e preparação de cronogramas para conciliar fluxos de informações, materiais e serviços.

Apesar dos esforços realizados por universidades, órgãos públicos e entidades de classe, observa-se uma grande resistência na implantação de alternativas para melhoria na gestão do processo de projeto pelos agentes da cadeia produtiva, evidenciando a necessidade de:

- Converter os resultados das pesquisas em produtos aplicáveis no ambiente das empresas
- Proporcionar fóruns para a troca de informações entre indústria, órgãos governamentais e comunidade
- Intensificar a transferência tecnológica a partir dos estudos desenvolvidos
- Estabelecer canais de comunicação entre o meio acadêmico e o setor produtivo, permitindo a transferência tecnológica e a identificação das demandas em termos de desenvolvimento tecnológico e gerencial.

2.1.2.5 Projeto integrado

Com a crescente complexidade dos empreendimentos e com o progresso tecnológico, o desenvolvimento de projeto na construção tem envolvido cada vez mais interesses e conhecimentos especializados, implicando na mobilização de diferentes profissionais para tratar em profundidade dos múltiplos problemas colocados no projeto. Desta forma, o modelo adotado e a capacidade de integração entre os diferentes projetistas e agentes são fundamentais para a qualidade do projeto e para o desempenho do empreendimento (FABRICIO e MELHADO, 2001).

O processo de projeto no setor da construção civil é ainda abordado de forma fragmentada, onde decisões e concepções de projeto são desenvolvidas a montante, na programação do empreendimento e a jusante, nos projetos executivos e complementares para produção do edifício e muitas vezes na própria obra. Desta forma, o desenvolvimento de novos produtos na construção configura-se de forma

fragmentada entre programa – projeto – produção com diferentes equipes responsáveis por cada uma destas três áreas. Além disso, a mobilização dos profissionais destas equipes ocorre de forma seqüencial, de acordo com a fase de desenvolvimento do produto, configurando equipes de projeto temporárias e variáveis ao longo do empreendimento (FABRICIO e MELHADO, 2001).

Este modelo de projeto é consagrado não só nas práticas, mas também nos vários textos institucionais e nas normas técnicas vigentes, que se limitam à abordagem dos projetos do produto e hierarquizam as disciplinas de projeto, colocando o projeto arquitetônico como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelas disciplinas de estruturas, instalações, etc. Esta orientação cartesiana e seqüencial do processo de projeto tem evidentes limitações na promoção da integração entre os agentes e na geração de soluções técnicas coordenadas ao longo do desenvolvimento dos empreendimentos (FABRICIO e MELHADO, 2001).

Segundo SALGADO (2008), na maioria das vezes as metodologias utilizadas tratam o processo de concepção do edifício de forma fragmentada, definindo momentos específicos para a atuação dos diferentes projetistas, apesar de considerarem a questão das decisões integradas de projeto. Na verdade, essa tem sido a prática adotada até hoje pelos empreendedores do setor da construção civil. As contratações dos profissionais de projeto ocorrem em momentos distintos do processo, levando a uma prática de trabalho onde o projeto passa de um profissional a outro e as discussões vão surgindo na proporção que surgem os problemas de compatibilização entre as soluções propostas. Ou seja, as decisões de projeto não ocorrem de forma integrada porque o processo é tratado de forma sequencial.

No projeto integrado, é necessário considerar as variáveis de projeto como um todo unificado e usá-las como ferramentas para resolução de problemas. Como toda decisão de projeto produz uma cascata de múltiplos efeitos, o projeto integrado requer o conhecimento do inter-relacionamento de cada material, de cada sistema e de cada elemento espacial, requerendo que todos os participantes pensem holisticamente e não de maneira isolada (KEELER e BURKE, 2009).

A fim de haver uma integração do projeto, algumas etapas devem ser seguidas durante a elaboração: compreensão do escopo do projeto, dos impactos ambientais, econômicos e sociais que o projeto irá acarretar, responsabilidade de cada membro da equipe em sua área específica e como a equipe irá direcionar as

diretrizes de projeto em benefício do cliente final, dos participantes e também do meio ambiente (KEELER e BURKE, 2009).

Segundo Heineck e Rodrigues (2007) a coordenação de projetos surge como um processo que compreende:

- Organização das etapas do projeto
- Análise, controle e compatibilização das soluções técnicas
- Elaboração de projetos executivos
- Acompanhamento do desempenho dos projetos executivos.

Desta forma, o coordenador de projetos é o responsável por realizar e fomentar ações de organização, controle e troca de informações entre os projetistas, para que os projetos sejam elaborados de forma organizada, nos prazos especificados e cumprindo os objetivos definidos para cada um deles (HEINECK e RODRIGUES, 2007).

Segundo Heineck e Rodrigues (2007) a necessidade de coordenar e compatibilizar projetos deriva da perda de elos entre os participantes, resultando em altos índices de desperdício. No entanto existem outros motivos que justificam as atividades de coordenação e compatibilização:

- Especialização cada vez maior das diferentes áreas de projetos
- Conformação de equipes de projeto localizadas em diferentes localidades
- Número crescente de soluções tecnológicas sendo agregadas nos empreendimentos.

Neste contexto Fabricio e Melhado (2001) propõe que o projeto integrado nas edificações passe pelo estabelecimento de uma cooperação mais estreita entre os agentes do projeto, envolvendo três interfaces principais de colaboração no projeto. A estas interfaces acrescenta a retroalimentação das fases de execução (i4 – interface com a obra) e de uso (i1 – interface com o cliente), conforme mostra a Figura 2.

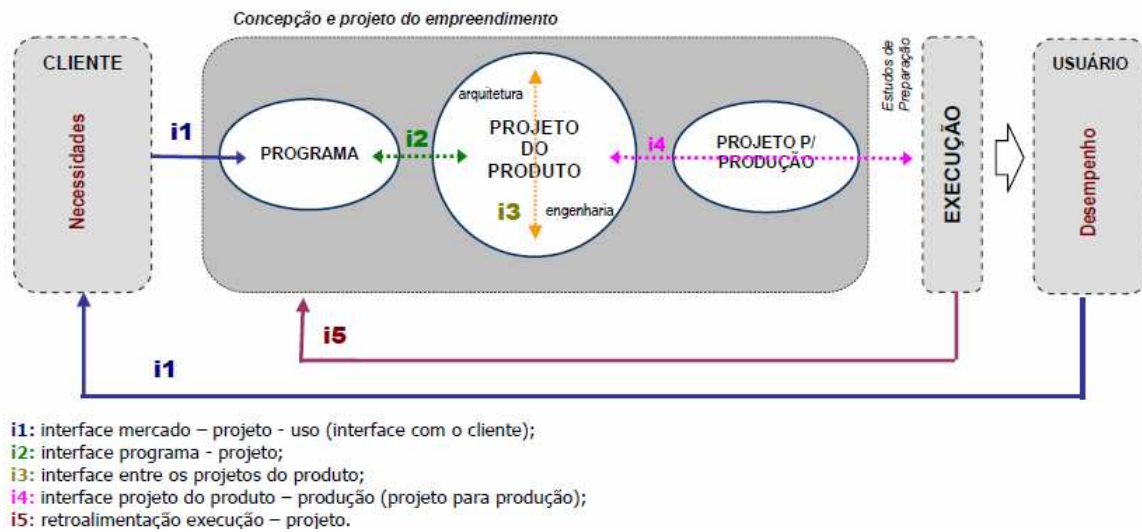


Figura 2: Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.
Fonte: Fabricio e Melhado (2001)

- Interface entre cliente inicial e cliente final (i1): deve garantir a orientação do projeto às necessidades dos clientes e usuários, tendo início com a investigação das demandas do mercado ou da população que se deseja atender e completando com a análise do desempenho do edifício, visando subsidiar novos projetos.
- Interface programa-projeto (i2): visa estabelecer uma colaboração entre a concepção do negócio e a especificação das necessidades com a criação e investigação do produto.
- Interface entre os projetistas de especialidades (i3): colaboração clássica que se relaciona com a busca de uma efetiva coordenação na atuação dos projetistas e no desenvolvimento em paralelo de diferentes disciplinas de projeto.
- Interface entre projeto e produção (i4): está relacionada à elaboração de projetos para produção que resolvam antecipadamente, e de forma coerente com as especificações do produto, os métodos construtivos dos subsistemas da obra.
- Interface de retroalimentação (i5): representa a necessidade de acompanhamento da obra e elaboração do “as built” de forma a garantir a retroalimentação de futuros projetos.

Com base nos trabalhos já publicados sobre a Engenharia Simultânea Fabricio e Melhado (2001) identifica três vertentes integradas de transformação necessárias para viabilizar a integração “simultânea” das etapas do processo de desenvolvimento e projeto de edifícios:

- A primeira delas se relaciona a necessidade de transformações na organização das atividades de projeto de forma a permitir a coordenação precoce e o desenvolvimento em paralelo das diferentes especialidades de projeto e desenvolvimento de produto, conforme exposto na Figura 3 a seguir.
- Para viabilizar esta coordenação, uma segunda vertente de transformações culturais é necessária, a fim de criar condições de superação das limitações contratuais e instituir uma nova disposição de cooperação técnica entre os projetistas, construtores e promotores.
- A última vertente se relaciona à apropriação das novas tecnologias de informática e telecomunicações como ferramentas que facilitam a comunicação virtual à distância e permitam um novo ambiente cognitivo para o processo de projeto.

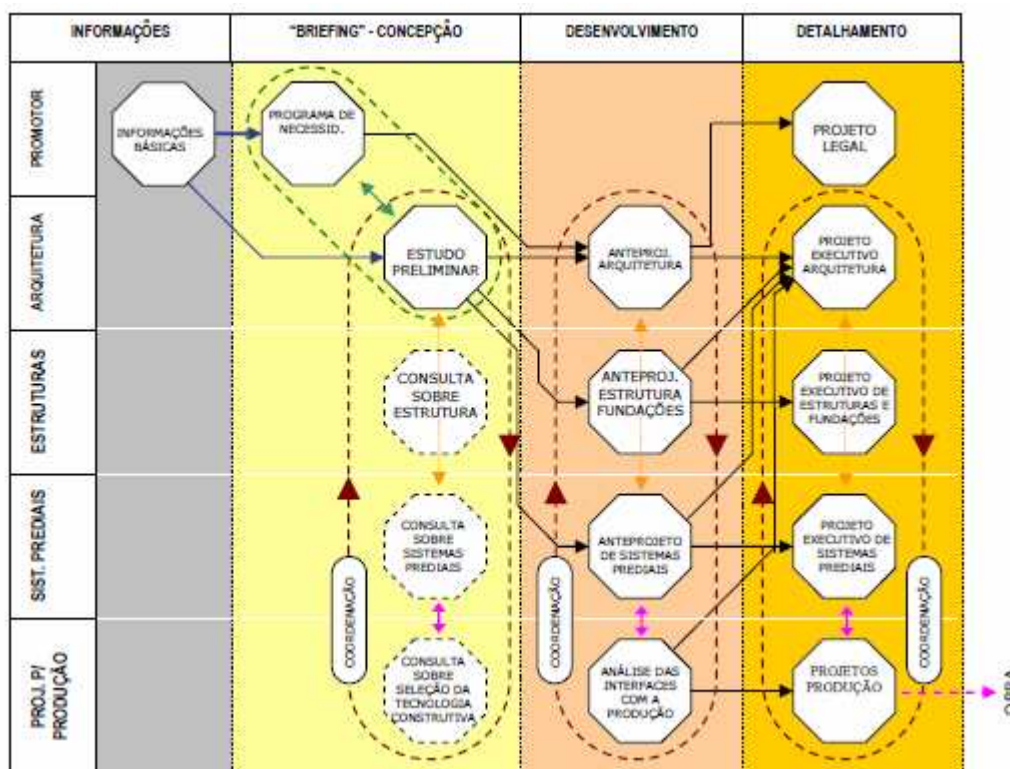


Figura 3: Modelo genérico para organização do processo de projeto de forma integrada e simultânea.
Fonte: (Fabricio e Melhado, 2001)

Dentro deste contexto Salgado (2008) indica que a adoção de uma metodologia visando à realização do projeto integrado implica mudanças nas práticas adotadas na gestão tradicional de projetos, impactando desde a contratação dos profissionais, que efetivamente deve ocorrer antes da concepção do empreendimento, passando pelo gerenciamento das informações na fase de estudo preliminar, que não pode mais ficar restrita a criatividade de um profissional, mas deve ser compartilhada entre os envolvidos, até chegar à produção dos projetos das especialidades que, em alguns casos, apresentarão soluções cruzadas. O fluxograma apresentado na Figura 4 pretende ilustrar de forma simplificada as questões a serem consideradas em cada uma das quatro fases principais por que passa o desenvolvimento do projeto do edifício.

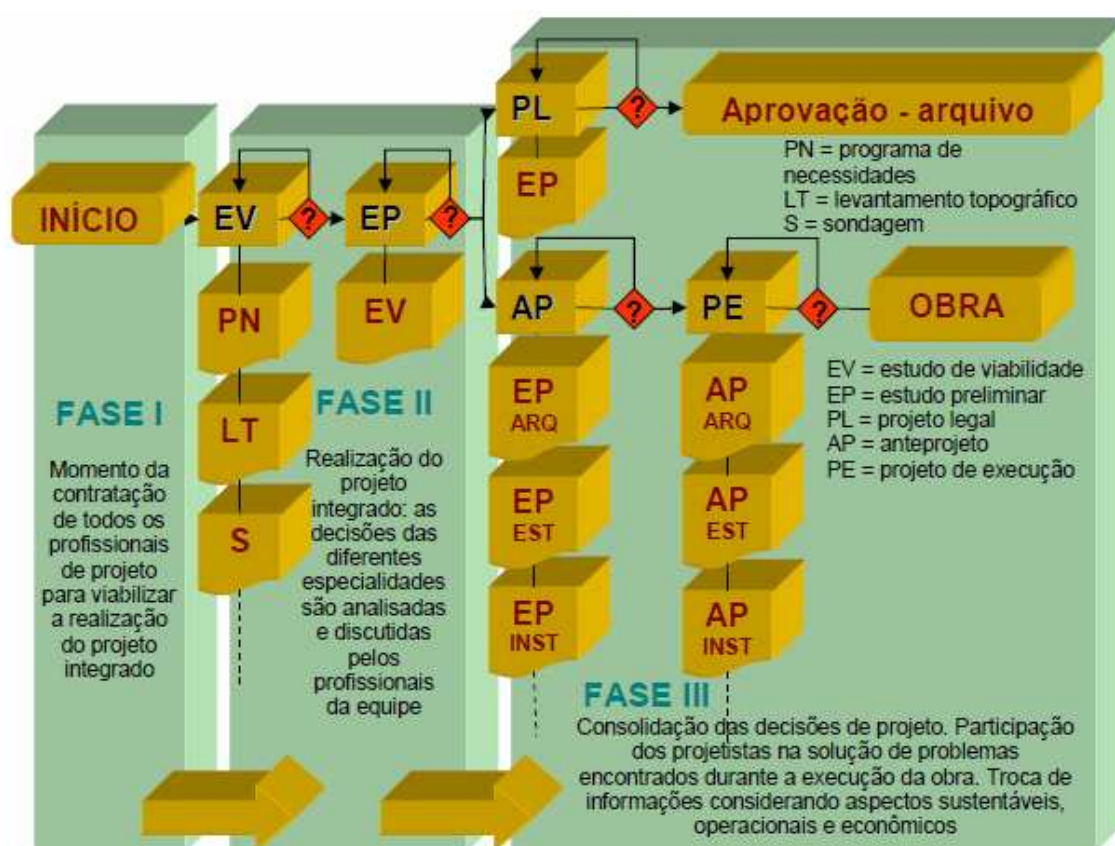


Figura 4: Fluxograma simplificado do processo do projeto integrado.

Fonte: Salgado (2008)

2.1.2.6 Produção enxuta e a gestão de projetos

A Produção Enxuta tem sua origem teórica na Nova Filosofia de Produção. Por sua vez a Nova Filosofia de Produção teve início na indústria automobilística, originando-se na generalização de filosofias como o *Just in Time* (JIT) e *Total Quality Management* (TQM) que foram desenvolvidas a partir do final da década de 70. A abordagem desta nova filosofia identifica que os sistemas de produção constituem-se em uma rede funcional de processos e operações, dividindo estas duas funções em dois eixos distintos e inter-relacionados de análise (WOMACK, 1992).

A lógica do Sistema Toyota de Produção ou também chamado de Nova Filosofia de Produção rompe a visão hegemônica proveniente do ambiente industrial taylorista/fordista onde os processos e as operações eram visualizados como pertencentes ao mesmo eixo de análise. Shingo (1996) demonstra que as melhorias dos sistemas produtivos deveriam priorizar o processo, constituindo-se em um marco para os Sistemas de Produção em geral. Várias teorias e princípios hoje hegemônicos no campo da Engenharia de Produção são compatíveis com a priorização da visão do processo proposto por Shingo (SCHONBERGER, 1992).

O projeto, assim como os demais processos de produção, tem sido tradicionalmente analisado e gerenciado como um conjunto de conversões. Entretanto, através das filosofias do JIT e TQM importantes críticas a este modelo podem ser feitas. Ao focar as conversões, o modelo desconsidera o movimento, armazenamento e inspeção, atividades relacionadas ao fluxo físico entre as conversões. Pode-se afirmar que a principal diferença entre o modelo de conversão e o modelo preconizado pela Nova Filosofia de Produção é o fato de que nesta última entende-se o sistema de produção como um conjunto de atividades de conversão e de fluxo (TZORTZOPOULOS, 1999).

Neste contexto, Koskela (1992) apresenta onze princípios que buscam a explicitação, o controle e a melhoria das atividades de fluxo da produção. A aplicação de grande parte destes princípios ao processo de projeto pode ser realizada através da engenharia simultânea, que é considerada uma metodologia baseada na Nova Filosofia de Produção. O foco do modelo criado por Koskela está na melhoria das atividades de fluxo com o propósito de agregar valor ao cliente, de maneira que os requisitos do cliente forneçam as informações necessárias para a

determinação das soluções de projeto do empreendimento. A geração de valor, de acordo com os princípios da construção enxuta, encontra-se na melhor solução de projeto de acordo com os requisitos do cliente (KOSKELA, 2000).

Os onze princípios de Koskela (1992) para agregar maior valor ao empreendimento são:

1. Redução de atividades que não agregam valor.
2. Melhoria do valor do produto através das considerações do cliente.
3. Redução da variabilidade.
4. Redução do tempo de ciclo.
5. Simplificação do número de passos e partes.
6. Melhoria da flexibilidade do produto.
7. Melhoria da transparência do processo.
8. Foco no controle do processo global.
9. Introdução da melhoria contínua do processo.
10. Balanceamento do fluxo com a melhoria das conversões.
11. Utilização de benchmarking.

2.1.2.7 Tecnologia da Informação e o processo de projeto

Tecnologia da Informação - TI é o termo usado para o conjunto dos conhecimentos que se aplicam à utilização da informática, envolvendo a estratégia da empresa para obter vantagem competitiva e tratando das relações complexas entre sistemas de informação, o uso e inovação de hardware, sistemas de automação, software, serviços e usuários (NASCIMENTO e SANTOS, 2001).

Dentro do contexto do ambiente construído, a divisão clássica do projeto em etapas seqüenciais, com níveis de detalhamento crescente, tem mudado nos últimos anos com o uso ferramentas da Tecnologia da Informação. Atualmente com os avanços na área de comunicações e computação distribuída e a popularização da

Internet, os vários sistemas operacionais, administrativos e de gerenciamento tornaram-se integráveis e colaborativos (NASCIMENTO e SANTOS, 2001).

Neste contexto, a aplicação da tecnologia de informação no processo de projeto pode permitir a troca e o gerenciamento das informações dos diversos parceiros e diminuição no tempo de projeto com o desenvolvimento de trabalhos em paralelo por vários agentes. Com essas tecnologias há um grande aumento no nível de comunicação entre os agentes, ficando assim mais fácil integrar o projeto ao processo de produção, pois podem ser discutidos antecipadamente todas as etapas e elementos do ciclo de vida da construção, desde o conceito inicial do projeto até os requisitos dos clientes finais (NASCIMENTO e SANTOS, 2001).

Desta forma, têm se desenvolvido o uso de ferramentas computacionais compatíveis, em resposta as exigências do mercado dinâmico e a complexidade cada vez maior do processo de projeto e construção da edificação, originando a Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* – BIM, permitindo a integração e gerenciamento da informação no processo da Construção Civil de forma colaborativa entre as diversas disciplinas do ciclo de vida da edificação. O *Building Information Modeling* é mais do que um modelo para visualização do espaço projetado, é um o modelo digital composto por um banco de dados que permite agregar informações para diversas finalidades, aumentando a produtividade e racionalização do processo (RUSCHEL, 2007).

Em sistemas CAD-BIM, os componentes do edifício são objetos digitais codificados que descrevem e representam os componentes do edifício na vida real. Por exemplo, um objeto parede é um objeto com propriedades de paredes e age como uma. Isto quer dizer que este objeto é representado por dimensões como comprimento, largura e altura como também possui seus atributos parametrizáveis como materiais, finalidade, especificações, fabricante e preço (RUSCHEL e CRESPO, 2007).

Segundo Ruschel e Crespo (2007), para a eficiência da integração com o uso da ferramenta BIM é necessário:

- A modelagem com entradas dos componentes básicos da construção, como paredes e coberturas e seus elementos como portas e janelas,

devem ser descritos conforme a metodologia de construção e dimensionados de forma exata ao mundo real.

- As atividades de manutenção devem estar ligadas aos componentes físicos da construção. Estas atividades devem ser descritas com uma linguagem sem ambigüidade, clara e objetiva, para que todos os profissionais envolvidos compreendam a semântica.
- Todos os elementos devem estar ligados um com os outros, assim como é na realidade. No sistema esta relação é classificada de duas formas: árvore e rede.

Em geral, as diversas áreas do projeto incluem a melhoria da qualidade, precisão, coordenação e eficácia em busca de uma rica e diversificada gama de informações geradas a cerca de um edifício que podem ser capturadas com o modelo BIM. Independentemente de qual tipo de aplicativo utilizado, equipes de projetos podem incorporar essas tecnologias em diferentes etapas ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. A versão BIM normalmente precisa conter apenas o subconjunto de informações relevantes para o usuário a que se destina a fase atual do projeto. É importante notar, no entanto, que muitas tecnologias BIM não estão totalmente amadurecidas e que estas tecnologias não existem na maioria das áreas de projetos complementares (SCHEER e WITICOVSKI, 2011).

Segundo Tse e Wong (2005) apud Ruschel e Crespo (2007), os principais desafios são:

- Mudança na prática arquitetônica, com a utilização adequada ao potencial da ferramenta;
- Dificuldade de adequação de objetos ao projeto;
- Poucas possibilidades de customização dos objetos;
- Complexidade da ferramenta consumindo tempo para modelagem;
- Falta de treinamento e apoio técnico;
- Custos extras para adquirir módulos complementares;
- Indisponibilidade para avaliação do software de forma gratuita.

A integração entre os processos de projeto e produção no setor da construção revela que sua efetivação depende prioritariamente de um planejamento adequado e do gerenciamento do fluxo de informações. O processo construtivo deve ser pensado durante o desenvolvimento do projeto para que problemas como incompatibilidade entre projeto e execução, não sejam causadores de aumento de custos e para que estejam contemplados todos os quesitos que definem a qualidade pelo seu conceito mais abrangente (REZENDE, 2008 apud SCHEER e WITICOVSKI, 2011).

2.1.2.8 Modelagem de um processo de gestão de projetos

Segundo Shingo (1996) processo é o percurso realizado por um material ou informação, desde quando entra na empresa até quando dela sai, com um grau determinado de transformação. A modelagem de um processo tem a função de definir a seqüência das tarefas que devem ocorrer ao longo deste percurso, descrevendo o conteúdo e as informações necessárias produzidas por cada tarefa. A partir da análise do seqüenciamento destas atividades é possível um planejamento, sendo possível definir diretrizes e parâmetros que aumentam a transparência do processo, bem como a proposição de melhorias relativas à redução de perdas no percurso (TZORTZOPOULOS, 1999).

A existência de um sistema relativamente estável, consensual e explicitado através de um modelo facilita a implantação de melhorias, tornando possível que todos os atores intervenientes passem a ter uma visão global do processo. Seus papéis e responsabilidades são definidos claramente e de maneira sistêmica, com tendência a aumentar a transparência de todo o processo e a facilitar a troca de informações entre os atores, possibilitando a implantação da melhoria contínua, com a contribuição de todos os envolvidos. A modelagem também possibilita a redução do tempo de desenvolvimento do processo, a partir da definição clara das atividades e de suas relações de precedência, possibilitando assim a diminuição dos custos em função da diminuição das perdas, e do melhor direcionamento dos produtos para o atendimento das necessidades do cliente final (TZORTZOPOULOS, 1999).

Ao longo da modelagem do processo são inseridas no modelo algumas atividades que não eram desenvolvidas anteriormente ou eram inseridas de forma

precária, possibilitando a melhoria do processo, sua simplificação e seu controle. Pelo detalhamento gradual do modelo e pelo constante refinamento ao qual este é submetido, a melhoria contínua é estabelecida, e assim se torna clara para a gestão do empreendimento a necessidade de analisar crítica e freqüentemente as atividades propostas no modelo (TZORTZOPOULOS, 1999).

Neste contexto, a implantação de um sistema de inovação pode acarretar benefícios na modelagem do processo. A definição de um sistema de inovação requer a identificação das entradas do sistema, incluindo os objetivos da empresa, os recursos necessários para a implantação do sistema e os incentivos do governo para a promoção desta inovação, bem como a identificação das saídas do sistema, tais como as inovações tecnológicas geradas, a satisfação do cliente, os benefícios econômicos e sociais e o incremento na competitividade da empresa (DIKMEN, BIRGONUL e ARTUK, 2005).

Os economistas clássicos definem inovação como eventos aleatórios exógenos ao sistema interno da empresa, assim como as condições de mercado, também definida por esta visão clássica como elementos que também se encontram fora do âmbito do controle interno da empresa. Nesta visão clássica, a gestão estratégica da empresa orienta-se para uma posição competitiva que melhor se adapte a criação de produtos voltados para o mercado. Em oposição a esta visão, os novos economistas propõem uma teoria de crescimento endógeno, onde o crescimento e a inovação originam-se do sistema interno da empresa, onde a inovação emerge do conhecimento acumulado dentro da empresa e da recombinação de recursos para a produção de um produto ou serviço (DIKMEN, BIRGONUL e ARTUK, 2005).

Dentro da literatura da gestão na construção, a inovação tem sido amplamente associada com a inovação tecnológica, contudo a tecnologia não é a única fonte de inovação que pode trazer melhorias para a cadeia de valor do projeto e construção do empreendimento. Todas as melhorias dentro da cadeia de valor têm resultado em aumento de valor para o cliente, riqueza aos acionistas e maiores vantagens competitivas. A inovação de valor difere da inovação tecnológica porque na primeira a inovação pode ocorrer com ou sem tecnologia. Assim, numa perspectiva mais ampla, para investigar um sistema de inovação deve-se levar em

conta o ambiente competitivo, a construção da cadeia de valor e as opções estratégicas da empresa (DIKMEN, BIRGONUL e ARTUK, 2005).

2.1.3 Processo de projeto e gestão pública

A cobrança e o pagamento obrigatório de impostos sempre geraram, no decurso da história, uma tensão entre o cidadão contribuinte e o poder público. Essa tensão, que chegou a causar revoluções no passado, se expressa hoje nas democracias liberais avançadas e emergentes sob a forma de uma exigência cada vez maior da sociedade quanto ao melhor uso possível dos recursos arrecadados por parte do governo. A avaliação da gestão pública torna-se cada vez mais uma preocupação cotidiana dos cidadãos, sendo estimulados a participar da vida sociopolítica e sendo continuamente informados pelos meios de comunicação sobre os impactos dos planos, das políticas, dos orçamentos, dos déficits e superávits dos governos na qualidade de vida de cada membro e setor da sociedade (CATELLI, 2001).

Neste contexto, surgiu nas últimas décadas a postura do governo empreendedor, voltado para o cidadão como cliente, buscando padrões otimizados de eficiência e eficácia, com ética e transparência, numa gestão pública por resultados, orientada por processos de avaliação contínua e de legitimação pela sociedade, contrapondo ao modelo do governo burocrático, voltado para o controle interno e para a mera conformidade com os custos orçados, que vigorou desde a Revolução Industrial até o final do século XX (CATELLI, 2001).

Nesta nova postura de governar, o estímulo à avaliação constante do desempenho da gestão pública vem requerendo cada vez mais dos gestores públicos a mensuração dos objetivos, metas e resultados alcançados, tanto em relação ao proposto e planejado, como em relação aos custos despendidos. Do ponto de vista dos cidadãos, essa nova realidade manifesta-se tanto na desconfiança diante das ineficiências da administração pública tradicional como em exigências sempre maiores de que os serviços proporcionados pelo governo à sociedade sejam otimizados em relação aos recursos que consomem (CATELLI, 2001).

O setor público tem sido indutor, em diversos países, da implantação de programas de garantia de qualidade, tanto na sua administração interna quanto na

administração dos requisitos das empresas contratadas. As experiências evidenciaram a necessidade de inclusão dos contratantes públicos nos programas, incentivo à gestão da qualidade no empreendimento, autonomia frente à norma ISO 9001, incorporação de requisitos ambientais, atribuição de responsabilidades para os clientes, criação de sistemas de avaliação de projetistas e construtores, independência com relação à concorrência de preços e verificação antecipada dos projetos e métodos construtivos pelas equipes. No contexto das obras públicas, o aprimoramento dos modelos de gestão de projetos pela esfera pública pode contribuir decisivamente na entrega de produtos que atendam aos preceitos legais e às necessidades dos futuros usuários das edificações (MELHADO, 2003).

Entretanto, pode-se salientar que diferentemente dos participantes do setor privado, que possuem ampla liberdade na escolha e condução dos processos quando pretendem contratar a execução de obras e serviços especializados, a Administração Pública precisa observar uma série de procedimentos rigorosamente regulamentados e preestabelecidos em lei. O principal instrumento que determina e delimita toda a sistemática de contratação de obras e serviços públicos e que, conseqüentemente, define os mecanismos de fiscalização e metodologias de construção dos empreendimentos públicos, é a Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (FABRICIO, 2011).

Conhecida como Lei de Licitações e Contratos, a Lei 8.666/93 define a metodologia para contratação de obras ou serviços, criando desta forma um processo de licitação a ser seguido pelos órgãos públicos. O processo de licitação é um evento composto por uma série de etapas sucessivas que tendem a segmentar o processo de desenvolvimento do empreendimento, acarretando frequentemente a dissociação entre as diversas fases do ciclo de vida da edificação. Desta forma, em decorrência da Lei de Licitações, novas formas de contratação que não àquelas nela especificadas não são permitidas, dificultando a introdução de mecanismos mais inovadores na contratação e no gerenciamento de obras e projetos nos órgãos públicos. (FABRICIO, 2011).

A Figura 5 mostra o fluxograma em ordem seqüencial de cada fase do ciclo de vida da edificação, notando-se o forte caráter seqüencial do processo de licitação.



Figura 5: Fluxograma de procedimentos para licitação.

Fonte: FABRICIO (2011)

Desta forma, numa simples análise do fluxograma de procedimentos para licitação apresentado, pode-se concluir que o forte caráter seqüencial e segmentado do processo de projeto e execução das obras públicas acarreta em falta de integração entre as partes envolvidas e consequentemente na ausência de informações e dados importantes na fase de concepção e elaboração do projeto dos empreendimentos.

Segundo Nogueira (2008), a complexidade das relações que se estabelecem entre as partes intervenientes no processo do empreendimento de uma obra civil é muito grande. No caso das obras públicas, os responsáveis pelos projetos, muito frequentemente, não tem qualquer vínculo contratual com os responsáveis pela execução da obra. Cada uma das partes contratadas tem vínculos contratuais com a administração do órgão contratante, mas não entre si, ocorrendo desta forma que cada uma dessas partes intervenientes responde independentemente por suas próprias obrigações contraídas ante a Administração Pública.

2.1.3.1 Dificuldades para obtenção da qualidade no processo do projeto em empreendimentos públicos

Muitos são os fatores que têm contribuído para dificultar o amadurecimento da atividade de projeto no setor público brasileiro. Segue abaixo alguns dos itens que caracterizam as dificuldades vividas pelo setor público em relação à qualidade de empreendimentos de construção civil, sob o enfoque principal da atividade de projeto (MELHADO, 2007).

- Rigidez da Lei 8.666 - a Lei de Licitações e Contratos brasileira define a metodologia para contratação de obras ou serviços relacionados, onde não se permite implantar novas formas de contratação que não àquelas nela especificadas. Este é um fator que dificulta a introdução de mecanismos mais inovadores na contratação e, conseqüentemente, no gerenciamento de obras e projetos nos órgãos públicos.
- Falta de comunicação projeto x obra - nos empreendimentos públicos, em geral, a execução é contratada após a finalização da etapa de projeto, salvo quando o projeto executivo é contratado em conjunto com a etapa de execução de obras. Porém, em qualquer um dos casos não há a participação do construtor na etapa inicial de idealização e concepção genérica do produto, onde são definidas as principais características do empreendimento.
- Ausência de acompanhamento da obra pelos projetistas - o próprio sistema de contratação dos serviços de projetos e obras induz uma ruptura entre a equipe de projeto e o pessoal responsável pela execução dos serviços de construção, sendo um dos pontos críticos para que se proceda à garantia da qualidade nos empreendimentos do setor público.
- Contratação de projeto pelo menor valor - a Lei de Licitações permite a contratação de obras e serviços baseados em outros critérios, que não o de menor preço, tais como melhor técnica, técnica e preço e de maior lance ou oferta. Contudo, o que se observa, em geral, é a utilização quase que exclusiva do critério “menor preço” sob a justificativa de simplicidade de julgamento da melhor proposta no processo de licitação, não necessita de

maiores justificativas junto aos concorrentes, ao Tribunal de Contas (caso haja algum recurso) e à sociedade em geral.

- Dificuldade e morosidade das licitações - independentemente do tipo de licitação a ser realizada e do tipo de metodologia de escolha do vencedor, os processos de licitação em geral, são morosos e com muitas exigências legais, o que tem desestimulado muitas empresas competentes de projeto a participarem de sua realização, trazendo notórias perdas em relação às possibilidades técnicas que estas empresas poderiam proporcionar.
- Despreparo das equipes técnicas - as equipes técnicas que fazem parte do quadro de pessoal dos órgãos públicos e são responsáveis pela especificação inicial do empreendimento (pesquisa das necessidades dos usuários, confecção do projeto básico e execução da lista de custos unitários para contratação do projeto executivo), em geral, estão defasadas tecnicamente em relação a iniciativa privada e possuem um efetivo em número insuficiente para que desempenhem um trabalho de qualidade, podendo comprometer o desempenho do empreendimento como um todo.
- Empreendimentos podem iniciar e terminar em gestões distintas - alguns empreendimentos públicos, dada sua amplitude, complexidade e duração, iniciam -se em uma gestão e terminam em outra, fato que vem tornar ainda mais complexas as etapas de idealização e planejamento dos empreendimentos.

Desta forma, pode-se concluir que a falha no desenvolvimento do projeto dos equipamentos públicos, um dos maiores problemas observados durante a execução de obras e após sua ocupação, são provenientes de pontos não vislumbrados ou não resolvidos durante a fase de projeto, gerando impactos diretos na durabilidade, segurança, solidez e funcionalidade das edificações. Segundo Catelli (2001) esta falha na gestão de projeto do empreendimento acarreta o não atendimento das necessidades dos usuários, acabando por punir duplamente a população, tanto pelo desperdício de dinheiro público quanto pela própria ausência do equipamento urbano necessário.

2.1.4 Fase de uso e manutenção

O mercado imobiliário é muito grande e basicamente subdividido entre imóveis residenciais e comerciais. Os imóveis residenciais produzem durante do tempo de exploração poucos custos de exploração e manutenção, enquanto que com os imóveis comerciais acontece o contrário. Estes produzem altos custos operacionais e de manutenção. Por esse motivo, nos anos 70 do século XX, iniciou-se a busca para a otimização destes custos. A solução encontrada deu origem ao que se chama de *Facility Management* – FM (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

Atualmente, quase nenhuma grande empresa na Europa, América do Norte e grande parte da Ásia opera sem as atividades de uma FM. No entanto, no Brasil poucas empresas anunciam a prestação de serviços de FM em seus *sites*. Na Alemanha, a pesquisa sobre esse assunto se iniciou no final dos anos 80. A associação alemã de FM (*Deutscher Verband für Facility Management e.V.* – GEFMA) publicou, em 1996, a norma número 100, que define FM como a observação, análise e otimização de todos os processos nos quais existam custos relevantes que não fazem parte do negócio principal, à volta de edifícios, objetos arquitetônicos de outros tipos ou empresas (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

A partir dessa definição muitas empresas no mundo passaram a se considerar parte do FM. Isso fez com que o campo de ação do FM se tornasse muito complexo, uma vez que a área de atuação é universal e o potencial do mercado é muito grande. O *Facility Management*, para ser eficiente, deve identificar todos os custos – manutenção, custos operacionais e outros – de todo o ciclo de vida do imóvel. Se possível, deve-se levantar e analisar todas as informações imobiliárias e específicas da utilização do imóvel. Isto exige que se acompanhe toda a execução e os resultados do trabalho do FM, de forma que se torne possível à avaliação a fim de que se garanta a sua eficácia (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

Um dos enfoques do FM consiste na observação do ciclo de vida do empreendimento, que inclui a sua utilização em todas as fases de um imóvel. Ela inicia com o desenvolvimento do projeto e termina com a sua destruição ou implosão. Na fase de planejamento de um imóvel, é que se pode influenciar, mais

facilmente, os custos de exploração. Já na fase de utilização isto somente é possível em pequenas proporções ou com grandes gastos de capital. A destruição ou implosão de um imóvel representa o fim da aplicação do FM. A possibilidade de influência nestes custos é apresentada na Figura 6 (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

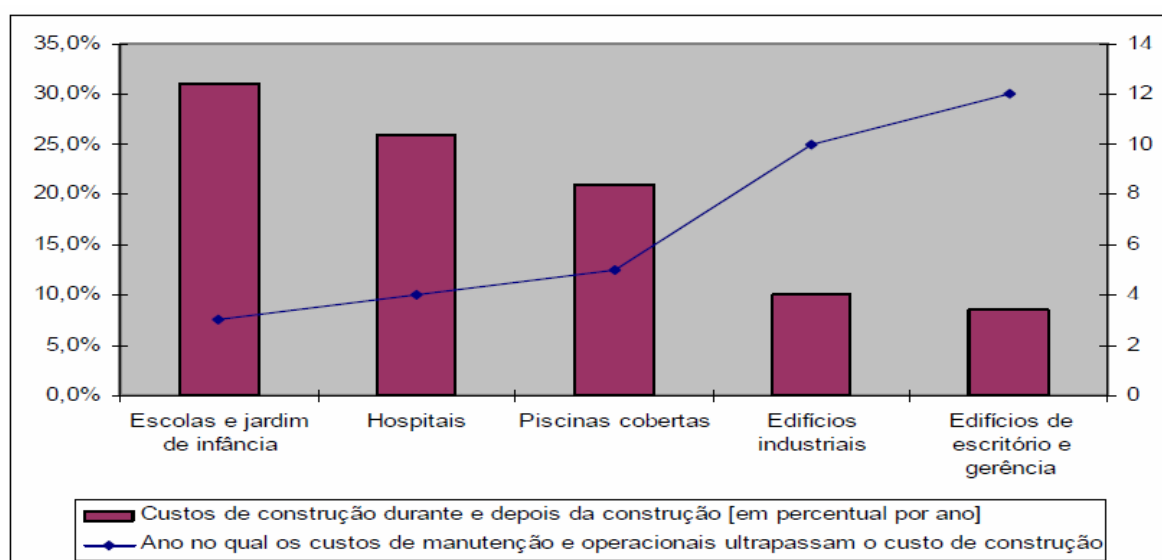


Figura 6: Custos de operação do imóvel em relação ao custo de implantação do imóvel (projeto e execução).

Fonte: WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER (2008)

Na fase de projeto encontra-se uma grande possibilidade de diminuição de custos de operação, consistindo na incorporação de características que aumentam os custos do investimento, porém, diminuem os custos operacionais. A determinação destes incrementos no projeto inicial é realizada de forma que seja possível determinar o melhor projeto a partir de um cruzamento dos custos de todas as fases do ciclo de vida da edificação. Em alguns países a Análise do Custo do Ciclo de Vida - ACCV é obrigatória por força de lei, dentre os quais os Estados Unidos, onde qualquer investimento de determinada dimensão deve ter estas análises vinculadas ao projeto (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

Devido ao longo ciclo de vida das edificações, podendo ultrapassar séculos, a análise do custo do ciclo de vida na fase de utilização torna-se bastante relevante, já que o somatório dos custos operacionais pode totalizar várias vezes o custo do investimento. Segundo Pfnür (2004), apud Weise (2008), a soma dos custos de exploração dos imóveis fica entre 680% e 960% dos gastos de investimento.

Segundo Melhado e Grilo (2003), os custos são otimizados após a construção do edifício, embora o projeto determine 80% dos custos de operação. Estimativas de custos de construção e operação na fase de projeto constituem um exercício complexo, uma vez que as informações são restritas, insuficientes ou confidenciais. A seleção de produtos adequados pode reduzir custos de limpeza, o consumo de água e produtos químicos. A previsão de detalhes previne problemas e a flexibilidade arquitetônica restringe a demanda por reformas. Intervalos de manutenção elásticos não implicam, necessariamente, em custos de construção mais elevados (BOGENSTÄTTER, 2000 apud MELHADO e GRILO, 2003).

Usualmente, a seleção de materiais se baseia em critérios econômicos e estéticos, experiência ou comprovação do desempenho ao longo do tempo. A pressão para a modernização da indústria, a oferta diversificada de produtos e a quantidade de publicidade dificultam a seleção de materiais, componentes e equipamentos. Apesar da disponibilidade de informações em manuais, catálogos, normas e documentos, poucas publicações cobrem o edifício como um todo, prejudicando a incorporação da durabilidade no projeto (ARDITI; NAWAKORAWIT, 1999 apud MELHADO e GRILO, 2003).

2.2 AMBIENTE CONSTRUÍDO E SUSTENTABILIDADE

Desde a segunda metade do século XX que se percebeu a relação entre o respeito à resiliência do planeta e as condições para a vida no planeta. Tal percepção tem implicado na necessidade de manutenção da diversidade biológica, da saúde humana e da qualidade da água, do ar e do solo em níveis que preservem a vida e o bem-estar da humanidade, da fauna e da flora terrestres (CASTELNOU, 2001).

O crescimento econômico de alguns países se beneficiou de um período extremamente favorável no pós-guerra que perdurou até o final da década de 60. O consumo de massa baseado num modelo de uso extensivo de energia barata se tornou dominante nos países industrializados e posteriormente se espalhou em uma grande parte dos países em desenvolvimento. Entretanto, na década de 60, inúmeros intelectuais, de várias correntes teóricas, começaram a alertar sobre os limites ecológicos e sociais deste modelo, aumentando a preocupação com as relações homem-natureza, tendo início o desenvolvimento de novas disciplinas como a ecologia cultural e a ecologia humana (DIEGUES, 1992).

A crise do petróleo na década de 70 chamou atenção para a necessidade de racionalizar combustível, alertando a sociedade para uma nova realidade: os recursos naturais renováveis e principalmente os não renováveis são bens finitos e precisam ser utilizados de forma comedida. Esta situação, entretanto, já havia sido anunciada no relatório emitido pelo Clube de Roma denominado “Limites do Crescimento”. Esse importante relatório apresentava um panorama sombrio, indicando através de modelos complexos que o crescimento da população, do consumo e do uso de recursos naturais seria exponencial enquanto os recursos naturais utilizados seriam finitos e limitados (DIEGUES, 1992).

Três meses depois da publicação do relatório do Clube de Roma, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, onde pela primeira vez se debateram temas centrais relativos ao crescimento econômico, desenvolvimento e proteção ambiental. Esta conferência obteve resultados expressivos como a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, o desenvolvimento posterior de uma série de

Conferências da Organização das Nações Unidas voltadas para temas como a alimentação, a moradia, a população, os direitos humanos e a condição de vida das mulheres, e a promoção da idéia de que era necessário haver uma mudança no relacionamento dos seres humanos com o meio ambiente (MELLO, 2004).

Em 1974, em Cocoyoc no México, aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, que produziu um documento, a Declaração de Cocoyoc, que é considerado por diversos autores como fundamental para a construção da nova percepção da relação entre sociedade e natureza, incorporando à discussão a idéia de que existiam limites ambientais e sociais que deveriam ser respeitados (MELLO, 2004).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu há pouco mais de vinte anos, com a publicação em 1987 do relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como Comissão Brundtland. Neste importante informe denominado “Nosso Futuro Comum”, surge a definição mais conhecida segundo a qual o desenvolvimento sustentado é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras satisfazerem as suas, propondo uma nova concepção de desenvolvimento econômico, levando em conta as variáveis ambientais e recomendando um equilíbrio entre o uso de recursos e o equilíbrio demográfico (DIEGUES, 1992).

Em 1992, no Rio de Janeiro, ocorreu a talvez mais famosa reunião de líderes mundiais até então, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que também ficou conhecida como Cúpula da Terra, Conferência do Rio, Eco’92 ou simplesmente Rio-92. Esta conferência contou com a presença de 178 líderes mundiais e produziu uma série de documentos que sintetizavam os anseios e preocupações dos povos do planeta com relação à questão ambiental. Dentre estes documentos é importante destacar a Agenda 21, a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre Florestas, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas (MELLO, 2004).

A Agenda 21 é um dos documentos mais importantes resultantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992. Com mais de 2.500 recomendações práticas, ela tem por objetivo preparar o mundo para os desafios do novo milênio, sendo, na verdade, um programa de ação para

implantar um novo modelo de desenvolvimento, que propicie o manejo sustentável dos recursos naturais, resguardando a qualidade de vida das gerações presentes e futuras. A Agenda 21 está dividida em quatro seções:

1. Dimensões Sociais e Econômicas abordando as relações entre meio ambiente e pobreza, saúde, comércio, dívida externa, consumo e população;
2. Conservação e Gerenciamento dos Recursos para o Desenvolvimento, estabelecendo formas de se chegar ao desenvolvimento sustentável através de novas formas de gestão dos recursos naturais;
3. Fortalecimento dos Principais Grupos Sociais, apresentando novas formas de apoio aos grupos sociais organizados e minoritários que trabalham, colaboram ou adotam a sustentabilidade;
4. Meios de Implantação, tratando dos financiamentos e do papel a ser desempenhado pelas entidades governamentais e não-governamentais na busca da sustentabilidade.

2.2.1 Dimensões da sustentabilidade

No escopo do desenvolvimento sustentável, as dimensões que devem ser consideradas são definidas por diversos autores. Segundo Oliveira (2002) apud Sachs (1993), a questão do desenvolvimento sustentável abrange cinco dimensões de sustentabilidade: social, econômica, ecológica, espacial e cultural. O objetivo da sustentabilidade social é melhorar os níveis de distribuição de renda, com a finalidade de diminuir a exclusão social e a distância econômica que separa as classes sociais. A sustentabilidade econômica diz respeito ao aumento na eficiência do sistema, seja na alocação de recursos ou na sua gestão. A sustentabilidade ambiental abrange a preservação do meio ambiente sem comprometer a oferta dos recursos naturais necessários à sobrevivência do ser humano. A sustentabilidade espacial abrange o tratamento equilibrado da ocupação rural e urbana, com uma melhor distribuição territorial das atividades econômicas e assentamentos humanos. Já a sustentabilidade cultural diz respeito à alteração nos modos de pensar e agir da sociedade de maneira a despertar uma consciência ambiental.

A base para as posteriores classificações das dimensões da sustentabilidade vem da Agenda 21, proposta na Conferência das Nações Unidas

sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92. Para a Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS, das Nações Unidas, as dimensões do desenvolvimento sustentável são a ambiental, a econômica, a social e a institucional. A dimensão ambiental trata da atmosfera, da terra, água doce, mares, oceanos, área costeira, biodiversidade e saneamento; a dimensão social trata do trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança; a dimensão econômica trata do desempenho macroeconômico e financeiro e seus impactos no consumo de recursos materiais e uso de energia primária; e a dimensão institucional trata da orientação política, capacidade e esforço usado para promover as mudanças necessárias ao desenvolvimento sustentável (PAULISTA, VARVAKIS, MONTIBELLER, 2008).

Segundo Lassu (2012), a imagem do tripé é perfeita para entender as dimensões da sustentabilidade. No tripé estão contidos os **aspectos econômicos, ambientais e sociais** que devem interagir de forma holística para satisfazer o conceito. Sem estes três pilares, a sustentabilidade não se sustenta.

Aspecto Social – Trata-se do **capital humano** de um empreendimento, de uma comunidade ou de uma sociedade como um todo. Além de salários justos e uma adequada legislação trabalhista, é preciso pensar em outros aspectos como o bem estar dos seus funcionários, proporcionando um ambiente de trabalho agradável, pensando na saúde do trabalhador e da sua família. Além disso, é imprescindível ver como a atividade econômica afeta as comunidades ao redor. Nessa dimensão estão contidos também os problemas gerais da sociedade, como educação, violência e lazer.

Aspecto Ambiental – Refere-se ao **capital natural** de um empreendimento ou sociedade. É a perna ambiental do tripé. A princípio, praticamente toda atividade econômica tem impacto ambiental negativo. Nesse aspecto, a empresa ou a sociedade devem pensar nas formas de amenizar esses impactos e compensar o que não é possível amenizar, levando em conta a adequação à legislação ambiental e a vários princípios discutidos atualmente como o Protocolo de Kyoto.

Aspecto Econômico – Neste pilar devem ser analisados os temas ligados à produção, distribuição e consumo de bens e serviços, levando em consideração os outros dois aspectos.

Pode-se concluir que o movimento pelo desenvolvimento sustentável parece ser um dos movimentos sociais mais importantes deste início de século e milênio. São incontáveis as iniciativas voluntárias, relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Cartas de princípios e diretrizes de ação foram elaboradas e subscritas por diversas instituições públicas e privadas. Nenhum movimento social reuniu mais chefes de Estado como aconteceu nos eventos de 1992 no Rio de Janeiro e 2002 em Johannesburgo. A rapidez com que esse movimento foi aceito por amplos setores da sociedade, pelo menos no nível do discurso, não tem precedentes na história recente (BARBIERI; VASCONCELOS; ANDREASSI, 2010).

Entretanto, deve-se ter em conta que um aspecto central da adesão ao movimento pelo desenvolvimento sustentável é a necessidade de substituir os meios e as práticas antigas por outras que traduzem os princípios, objetivos e diretrizes do novo movimento. Ao se comprometer com o desenvolvimento sustentável, a sociedade deve necessariamente mudar sua forma de atuação, reduzindo os impactos sociais e ambientais adversos. Isso requer uma nova maneira de encarar a inovação, o que leva à idéia de inovação sustentável, ou seja, um tipo de inovação que contribua para o alcance do desenvolvimento sustentável (BARBIERI; VASCONCELOS; ANDREASSI, 2010).

2.2.2 Arquitetura Sustentável

No início dos anos 70, com a crise do petróleo, aumentou a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais, iniciando-se assim a aplicação do ambientalismo na arquitetura mundial. Depois de vários desastres ambientais e da crescente conscientização de que a industrialização estava contribuindo para o aquecimento global, surgiu, nos anos 80, o termo *green design* para descrever uma abordagem holística ao *design* ambientalmente responsável. Também conhecido como *eco-design*, este modelo se preocupa em minimizar o desperdício e uso de energia e materiais, levando em consideração o ciclo de vida completo do produto, incluindo a extração de materiais brutos e o impacto do seu processamento; a energia requerida no processo de fabricação juntamente com qualquer produto derivado negativo; a energia requerida para os efeitos do sistema de distribuição; o tempo de vida do produto; a recuperação das componentes e a eficiência da

reciclagem; além dos principais efeitos da sua libertação na natureza (CASTELNOU, 2001).

No âmbito do ambiente construído, a arquitetura sustentável pode ser definida como uma arquitetura que busca soluções que gerem desenvolvimento sem comprometer a disponibilidade de recursos das futuras gerações. Castelnou (2001) argumenta que as preocupações fundamentais da arquitetura sustentável estão relacionadas à busca de fontes alternativas de energia e de novas fontes de fabricação, a gestão de resíduos, a reciclagem de materiais, a bioclimatização, a redução de custos e a democratização do espaço construído.

A arquitetura sustentável constitui-se também de versões aperfeiçoadas das habitações seculares, baseando-se nas experiências da arquitetura vernacular para aplicar seus conhecimentos cientificamente, de modo que os mesmos sejam incorporados na prática arquitetônica corrente (CASTELNOU, 2001). Segundo Gonçalves (2006) a arquitetura de baixo impacto ambiental não pressupõe um estilo ou um movimento arquitetônico, podendo ser encontrada tanto na arquitetura vernacular das mais variadas culturas como em muitos exemplos da arquitetura mais recente.

Dentro do contexto da arquitetura vernacular, pode se reconhecer que os edifícios dos séculos anteriores, regidos pela necessidade, prestavam cuidadosa atenção à orientação dos cômodos, à inclinação do sol, à massa térmica do solo e das paredes, à ventilação cruzada ou ascendente e a toda uma série de mecanismos precisos de controle de luz solar. A arquitetura moderna, principalmente a da segunda metade do século XX, perdeu a racionalidade climática quando se deixou influenciar pela disponibilidade da energia barata oriunda dos combustíveis fósseis, imaginados como inesgotáveis, desenvolvendo uma climatização artificial, ignorando as questões mais elementares da racionalidade climática dos projetos e produzindo os edifícios mais ineficientes da história da arquitetura (SUMMA, 2011).

Em uma abordagem mais ampla, arquitetura sustentável é mais do que tratar de conforto ambiental e energia, sendo necessário analisar uma série de outros fatores ambientais, sociais, econômicos e até mesmo urbanos e de infraestrutura, que servem como premissas para a sustentabilidade da arquitetura

(GONÇALVES e DUARTE, 2006). Segundo Summa (2011) os esforços para melhorar o desempenho ambiental da arquitetura concentram-se em vários aspectos: aplicação de recursos técnicos a edifícios projetados de forma tradicional; edifícios projetados pensando em aperfeiçoar seu funcionamento de forma integral; integração do edifício ao seu entorno, especialmente à cidade, com todas as relações complexas de acessibilidade, transporte e integração física.

Nesse contexto, casos recentes de projeto vêm construindo uma nova geração de edifícios no mundo, incluindo exemplos brasileiros, pensados para responder aos desafios ambientais e tecnológicos da sustentabilidade, ampliando as discussões sobre projeto e tecnologia que promovam revisões dos valores ambientais presentes na idealização, no projeto e na construção da arquitetura. A arquitetura sustentável deve fazer a síntese entre projeto, ambiente e tecnologia, dentro de um determinado contexto ambiental, cultural e socioeconômico, apropriando-se de uma visão de médio e longo prazo, em que tanto o idealismo como o pragmatismo são fatores fundamentais (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Segundo Robinson (2004), a sustentabilidade é um processo e não um estado final. Ela deve ser construída através de um processo essencialmente social, onde a informação científica é combinada com os valores, preferências e crenças da comunidade afetada pela edificação, dando lugar a uma compreensão mais abrangente da sustentabilidade. O desenvolvimento equivalente no domínio da sustentabilidade é o reconhecimento de que vários pontos de vista conflitantes de sustentabilidade existem e não podem ser reconciliados. Em outras palavras nenhuma abordagem deve ser considerada única ou vista como a mais correta (ROBINSON, 2004).

O que é necessário, portanto, é um processo pelo qual esses pontos de vista podem ser expressos e avaliados, em última análise, como um ato político para qualquer comunidade ou jurisdição. O poder do conceito de sustentabilidade, então, reside justamente no grau em que ela traz à tona essas contradições e fornece uma espécie de campo de jogo discursivo em que podem ser debatidos os vários conceitos envolvidos, sugerindo assim que a sustentabilidade é, necessariamente, um ato político e não um conceito científico, é a propriedade emergente de uma conversa sobre que tipo de mundo que queremos viver coletivamente no agora e no futuro (ROBINSON, 2004).

2.2.3 Análise do Ciclo de Vida da edificação

Os primeiros estudos sobre a análise do ciclo de vida começaram no final da década de 60 e princípio da década de 70. Nas últimas três décadas a ACV – Análise do Ciclo de Vida - teve um desenvolvimento significativo, passando de um sistema de avaliação do impacto ambiental das instalações industriais para uma análise de todo o processo de desenvolvimento do produto, incluindo os processos a jusante da entrega do produto ao usuário (HUNKELER e REBITZER, 2005).

A criação de uma metodologia para a Análise do Ciclo de Vida – ACV foi possível após anos de trabalho de pesquisadores e profissionais e ainda continua a ser desenvolvida, sendo um componente importante para tornar o desenvolvimento sustentável operacional. A *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* - SETAC, criada em 1979, teve um papel decisivo no aperfeiçoamento da ACV e na sua divulgação, criando as bases para a construção de metodologias padronizadas de uso universal. Desde então bases de dados e programas computacionais foram criados, sofisticando a avaliação dos impactos ambientais do ciclo de vida do produto, (HUNKELER e REBITZER, 2005).

Segundo definição da SETAC, a ACV é *“processo para avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação dos usos de energia e matéria e das emissões ambientais; avaliar o impacto ambiental desses usos de energia e matéria e das emissões; e identificar e avaliar oportunidades de realizar melhorias ambientais”*. Portanto, é um método que não se limita a um processo descritivo dos impactos, mas dá a oportunidade de se identificarem cenários futuros e pode ser muito útil como ferramenta científica no ato da tomada de decisões (HILGENBERG, 2010).

Todos os produtos, incluindo bens e serviços, causam impactos no meio ambiente, na sociedade e na economia, podendo ocorrer estes impactos em uma ou mais fases do ciclo de vida de um produto. As fases do ciclo de vida incluem desde a extração e beneficiamento da matéria-prima, passando pela etapa de pré-produção, fabricação de materiais, componentes e subsistemas, construção, distribuição, utilização e disposição. Para cada fase do ciclo de vida é possível identificar os aspectos e impactos ambientais, sociais e econômicos, que podem ser

ou não significativos, ser de curta ou de longa duração, e de amplitude local, regional e/ou global (UGAYA e LAZZARI, 2008).

No caso de edificações, o ciclo de vida pode ser dividido em três fases distintas, porém relacionadas entre si. A primeira fase é de desenvolvimento, compreendendo desde a idéia inicial do empreendimento até a conclusão da construção, passando pela concepção e planejamento do projeto, a aquisição do terreno e a efetiva construção. A segunda fase, a fase de utilização da edificação, quando o imóvel está pronto para ser utilizado. E a última fase, quando há uma tendência do imóvel ser gradualmente desocupado, onde se deve decidir se existem alternativas de modernização, de remodelação ou somente possibilidade de destruição, com o desenvolvimento de um novo projeto (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008).

Prever ou identificar os aspectos ambientais de um produto, ou no caso, de uma edificação durante todo o seu ciclo de vida pode se tornar uma atividade complexa e pouco atraente, principalmente para os projetistas. Assim sendo, o termo “eco” tem sido bastante utilizado para referenciar os projetistas, ou seja, *ecodesigners* ou ecoprojetistas, que abordam os critérios ambientais quando do desenvolvimento de novos produtos (UGAYA e LAZZARI, 2008). Porém esta abordagem não está restrita aos critérios ambientais somente, mas também se aplica a outras duas dimensões importantes da sustentabilidade, os critérios econômicos e sociais (HUNKELER e REBITZER, 2005).

O ciclo de vida econômico ou *Life Cycle Costing* (LCC) é a avaliação dos custos de todo o ciclo de vida do produto e dos demais atores associados ao desenvolvimento, produção, distribuição, utilização e disposição final do produto tais como fornecedores, produtores, consumidores e utilizadores no fim de vida do produto. Desta forma a LCC é apontada por Hunkeler e REBITZER (2005) como uma ferramenta para a avaliação das implicações econômicas associadas ao ciclo de vida de um produto.

Em alguns países a ACCV é obrigatória por força de lei, dentre os quais os Estados Unidos, onde qualquer investimento de determinada dimensão deve ter estas análises vinculadas ao projeto. Devido ao longo ciclo de vida das edificações, que pode ultrapassar séculos, a análise do custo do ciclo de vida – ACCV, na fase de utilização, torna-se bastante relevante, já que o somatório dos custos

operacionais pode totalizar várias vezes o custo do investimento (WEISE, SCHULTZ e TRIERWEILLER, 2008). Segundo Pfnür (2004), apud Weise (2008), a soma dos custos de exploração dos imóveis fica entre 680% e 960% dos gastos de investimento.

Embora as pesquisas relativas ao ciclo de vida social tenham iniciado na década de 90, esta abordagem não teve um avanço significativo na última década, porém recentemente têm ganhado atenção através da *Life Cycle Initiative* da UNEP – *United Nations Environment Programm* e da publicação de outros jornais científicos. A avaliação dos aspectos sociais dos elementos do ciclo de vida de um produto é uma questão importante na abordagem dos ciclos de vida em geral, prova disso são os relatórios de sustentabilidade das empresas multinacionais ou os Objetivos do Milênio das Nações Unidas de 2005 (HUNKELER e REBITZER, 2005).

O desenvolvimento da base metodológica para a avaliação social, no entanto, está ainda no princípio, muito atrás da LCA e LCC, dado que é uma tarefa muito mais complexa. Para a validade e aceitação da análise do ciclo de vida social é essencial a interação com as ciências sociais e econômicas, a fim de construir uma dimensão independente da sustentabilidade. Esta tendência é o princípio do desenvolvimento sustentável, que visa equilibrar considerações de ordem ambiental, econômica e social, buscando a integração metodológica de todos os impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais (HUNKELER e REBITZER, 2005).

2.2.4 Normatização da Análise do Ciclo de Vida

A proliferação de conceitos e métodos adotados por entidades e governos sobre a ACV gerou confusão para os que pretendiam usar esse instrumento. Avaliações feitas segundo critérios diferentes chegavam a conclusões diferentes sobre os impactos ambientais de um mesmo produto, confundindo o público e lançando desconfianças quanto a esse instrumento de gestão ambiental. Daí a preocupação da *International Organization for Standardization* (ISO) em estabelecer conceitos, diretrizes e requisitos que tornassem a ACV um instrumento com credibilidade e que não fosse usado como uma barreira disfarçada ao comércio internacional (BARBIERI, 2009).

O Comitê 207 da International Organization of Standardization - ISO criou o Subcomitê 05 (TC 207/SC 05) para tratar especificamente da ACV enquanto

instrumento de gestão e produziu uma série de normas internacionais. Algumas delas já foram substituídas, pois toda norma ISO sofre um processo de revisão periódico, e foram criadas especificamente para orientar a ACV, exceto o relatório técnico ISO TR 14062:2006 que objetiva fornecer conceitos e práticas para integrar aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos. Com efeito, a ACV é uma fonte importante de novas idéias para melhorar o desempenho dos produtos e processos atuais e para projetar novos com desempenho ainda melhores (BARBIERI, 2009).

Existem várias designações na abordagem de projeto para o meio ambiente. A norma ABNT NBR ISO 14062:2004 sugere que a integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto, também pode ser designada Projeto para o Meio Ambiente (PPMA) ou *Design for Environment*, Ecodesign, Projeto Sustentável (*Sustainable Design*), entre outros. Ao contrário de normas certificadoras de ecoprodutos ou “produtos verdes”, que atuam na especificação de projeto para a área de produtos, a referida norma não se aplica como especificação para propósitos de certificação e registro (UGAYA e LAZZARI, 2008).

A norma ABNT NBR ISO 14062:2004 está na forma de um Relatório Técnico, o qual segue as referências sobre a versão francesa (NF ISO/TR 14062:0003) e sobre a versão europeia em inglês (ISO/TR 14062:2002). Serve como referência para todos os que estão envolvidos no projeto e desenvolvimento de produtos bem como para os agentes de tomada de decisão e definição de políticas ambientais (UGAYA e LAZZARI, 2008).

2.2.5 Pegada ecológica

A criação de uma ferramenta que leve em conta não somente a forma e a construção da edificação, mas também o estilo de vida das pessoas que ali vivem tem sido bastante útil como avaliação dos impactos ambientais de uma determinada população. Nicky Chambers e Craig Simmons, que vivem no Reino Unido, foram os primeiros a calcular o impacto ambiental do estilo de vida britânico, usando um indicador de sustentabilidade conhecido como Pegada Ecológica (ROAF, 2006).

A pegada ecológica é um método de contagem do consumo de fontes naturais, medindo o uso da natureza e o nível de impacto de consumo na capacidade regenerativa da biosfera. Mede o quanto das reservas naturais estão

sendo utilizadas exclusivamente para produzir todos os recursos que determinada pessoa consome e para a absorção de dejetos que ela produz, usando as tecnologias predominantes. O uso destes serviços ecológicos é expresso em unidades de espaço, geralmente hectares (ROAF, 2006).

No âmbito do ambiente construído, foi desenvolvida pelos mesmos autores da pegada ecológica, a ferramenta chamada Ecocal, uma calculadora de estilo desenvolvida para medir a soma do espaço bio-produtivo necessária para sustentar o estilo de vida dos ocupantes de uma residência. A Ecocal é medida através de um questionário, organizado em seis categorias quanto ao impacto da residência: transporte, energia, água, compras, casa e dejetos. As perguntas são formuladas com base na disponibilidade de dados, significado do impacto e habilidade das residências para redução de seus impactos. A pegada ecológica de uma casa urbana típica do Reino Unido, por exemplo, é dada pelo relatório de Walker como sendo de 2,71 ha. Quando os outros impactos medidos pelo Ecocal são levados em conta, os valores sobem para aproximadamente 3,5 ha por morador (ROAF, 2006).

Para melhor referenciar o nível das descobertas do estudo Ecocal, foram realizadas pesquisas na Casa Solar Oxford, uma casa projetada para consumir a quantidade mínima de energia e ao mesmo tempo disponibilizar um espaço de vivência de alta qualidade. A casa possui três pavimentos e área útil de 250 m², e de acordo com a maioria dos padrões, seria considerada uma casa de luxo. Durante a pesquisa, os ocupantes da casa procuraram ter um estilo de vida mais sustentável ambientalmente, buscando reduzir ou reciclar seus dejetos, evitando produtos transportados via aérea e usando um pequeno carro elétrico como meio de transporte, carregado pelo sistema fotovoltaico gerado na própria casa (ROAF, 2006). Chamber e Simons calcularam a pegada ecológica da Casa Solar em 1,26 ha, consideravelmente mais baixa que a pegada ecológica padrão, considerando ainda o tipo e padrão do imóvel.

Neste contexto, no entanto, deve-se ressaltar relativamente à pesquisa realizada, que muitas nações mais ricas operam em um déficit ecológico, significando que estas nações não têm capacidade ecológica para suprir as demandas do estilo de vida das suas populações. A pegada ecológica padrão no Reino Unido, por exemplo, é de 5,35 ha, enquanto a capacidade de fornecimento do Reino Unido é de somente 1,64 ha (ROAF, 2006). Segundo Roaf (2006), pode-se

concluir que o Eco Design de residências junto com o comportamento ambiental mais adequado que ele estimula, parece ter potencial de trazer as pessoas a um estilo de vida mais sustentável.

2.2.6 Sistemas de Avaliação Ambiental

O conceito de Análise do Ciclo de Vida – ACV, sustentou o desenvolvimento de metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais estabelecidas a partir da ECO 92. Todos estes métodos tinham como objetivo melhorar o desempenho ambiental, provendo avaliações para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios (AGOPYAN, 2006).

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram de fato os seus edifícios. Como seria comprovado mais tarde, edifícios projetados para sintetizar os conceitos de construção ecológica freqüentemente consumiam ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de projeto e construção. O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações (SILVA, 2007).

Desta forma, os sistemas de avaliação ambiental surgiram com a intenção de se criar um norteador para projetos buscando sustentabilidade e formalizando a qualidade de um empreendimento para o mercado. A certificação constitui-se em um sistema de avaliação no qual é quantificado o grau de sustentabilidade de um projeto de acordo com determinados critérios de desempenho, que podem englobar desde consumo de energia até tópicos como o impacto ambiental gerado por tintas (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

A relação dos indicadores de sustentabilidade com uma série de critérios de desempenho tem levado a uma tendência mundial para execução dessas análises

através de um sistema de pontuação e peso. As propostas envolvem desde questões relacionadas ao uso de materiais até aspectos econômicos, sociais e ambientais de edifícios em operação (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Todos os sistemas de avaliação, apesar de terem sua aplicação incentivada por órgãos públicos, não possuem um caráter obrigatório. Mesmo assim, o interesse por parte de muitas organizações privadas de grande e médio porte é crescente, pela influência que exercem na imagem “verde” de um empreendimento, na medida em que são instrumentos de valorização da atitude de projeto em prol de um menor impacto ambiental (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Entidades européias vêm trabalhando suas legislações quanto a materiais, consumo de energia e impacto ambiental de edificações há quase três décadas. Além da legislação propriamente dita, tanto a Europa, como os Estados Unidos, o Canadá e alguns países da Ásia vêm investindo na certificação de projetos e edifícios, embasados em legislações e critérios de desempenho. Atualmente, praticamente cada país europeu, além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possuem um sistema de avaliação de edifícios (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os sistemas de certificação podem ser divididos em duas categorias. De um lado temos os sistemas orientados para o mercado, desenvolvidos para serem utilizados pelos projetistas e para divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços para melhorar a qualidade ambiental dos projetos. É o caso do BREEAM, do HK-BEAM, do LEED e do CSTB ESCALE. Do outro lado, estão os sistemas de avaliação voltados para a pesquisa, onde a ênfase é o desenvolvimento de uma metodologia com fundamentação científica que possa orientar o desenvolvimento de novos sistemas. Neste caso o BEPAC e o GBC (AGOPYAN, SILVA e SILVA, 2003).

2.2.6.1 BREEAM

O primeiro e mais conhecido sistema de avaliação de desempenho ambiental é o *Building Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), desenvolvido no Reino Unido por pesquisadores do *Building Research Establishment* (BRE), instituição responsável pelo sistema. Este sistema atribui uma

certificação de desempenho direcionada ao marketing de edifícios e, indiretamente, de projetistas e empreendedores.

Através de um *checklist*, verifica-se o atendimento de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios e atribuem-se créditos ambientais. Estes créditos são posteriormente ponderados e chega-se a um número único. Atendida uma quantidade mínima de créditos, este índice habilita à certificação em uma das classes de desempenho do BREEAM e permite uma comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema (AGOPYAN, SILVA e SILVA, 2003).

O sistema é atualizado regularmente, a cada 3-5 anos a fim de beneficiar-se com os avanços em pesquisa, com a experiência acumulada, com as alterações nas prioridades de regulamentações e do mercado, garantindo assim que continue representando práticas de excelência no momento da avaliação. O sistema conta com significativa penetração no mercado, sendo um componente importante da política ambiental em diversos negócios e aceito como representação de prática de excelência no Reino Unido. Versões internacionais do BREEAM foram adaptadas às condições do Canadá e Hong Kong, com o objetivo de priorizar aspectos de relevância regional na avaliação (SILVA, 2007).

2.2.6.2 LEED

O desenvolvimento do sistema de avaliação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) foi iniciado nos Estados Unidos em 1996, para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana, e proporcionar reconhecimento junto ao mercado pelos esforços despendidos para essa finalidade, entrando em operação em 2000. A instituição responsável pelo LEED é a U.S. Green Building Council – USGBC (HERNANDES, 2006).

Assim como o BREEAM, este sistema é também constituído por um *checklist* que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edifícios. A singularidade do LEED resulta principalmente do fato de ser um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no conselho gestor do esquema. O apoio de associações e fabricantes de materiais e produtos favoreceu a

ampla disseminação deste sistema nos EUA (AGOPYAN, 2006). Segundo dados de junho de 2008 da U.S. Green Building Council - USGBC, existem mais de 1.200 edificações certificadas pelo LEED em todo o mundo e outras 8.500 edificações em processo de certificação (KEELER e BURKE, 2009).

2.2.6.3 BEPAC

Baseado no sistema BREEAM, o BEPAC - Building Environmental Performance Assessment Criteria – Canadá, tem seu uso restrito aos edifícios comerciais novos ou existentes. A instituição responsável é o Instituto de Arquitetura da Universidade da Columbia Britânica em parceria com o BRE. Este sistema optou por diminuir o número de itens avaliados, tornando-os mais detalhados. Tornou-se o modelo inicial do Green Building Challenge – GBC, explicado a seguir (HERNANDES, 2006).

2.2.6.4 GBC

A iniciativa que merece maior destaque desde os esforços pioneiros do *Building Research Establishment* (BRE) é o chamado *Green Building Challenge* (GBC). Trata-se de um consórcio internacional reunido com o objetivo de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho ambiental de edifícios: um protocolo de avaliação com uma base comum, porém capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais. O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até mesmo valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país (AGOPYAN, SILVA e SILVA, 2003).

A etapa de desenvolvimento inicial (24 meses) integralmente financiada pelo governo do Canadá envolveu 15 países e culminou em uma conferência internacional em Vancouver, Canadá – a GBC'98. A divulgação dos resultados da segunda fase de desenvolvimento (18 meses), compreendendo trabalhos de 19 países, foi um dos ramos centrais da conferência internacional *Sustainable Buildings 2000*, realizada em Maastricht, Holanda. Desta etapa em diante, o governo canadense deixou de ser responsável pela gestão do processo (AGOPYAN, SILVA e SILVA, 2003).

A coordenação do GBC, assim como a responsabilidade pela seqüência de conferências *Sustainable Buildings* (SB) foi absorvida pela IISBE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*) em 2000. Com isso, as equipes participantes do GBC tornaram-se responsáveis pela captação dos recursos necessários para condução de suas avaliações. O terceiro ciclo (24 meses) envolveu pesquisas conduzidas em 24 países, entre eles o Brasil, cujos resultados foram divulgados em uma nova conferência internacional (*SB'02/GBC'02*), realizada em Oslo, Noruega (AGOPYAN, SILVA e SILVA, 2003).

2.2.6.5 HQE

A certificação Haute Qualité Environnementale - HQE ou Alta Qualidade Ambiental é um processo voluntário de certificação ambiental para ambientes construídos. Este sistema de avaliação ambiental é fruto de uma associação de mesmo nome que foi criada em 1996, na França, reconhecida oficialmente como estabelecimento de utilidade pública em janeiro de 2004 pelo governo do país (HILGENBERG, 2010).

O sistema de avaliação ambiental HQE tem como prioridade estabelecer uma linguagem comum a todos os agentes dos projetos e do planejamento na concepção de um edifício, tendo como uma das pretensões integrar todos os participantes, tratando a questão ambiental de forma a abranger a maioria dos critérios, sem priorizar categorias ou negligenciar outras. Primeiramente a certificação contemplava somente residências e a partir de 2005 passou a certificar também os chamados edifícios terciários, que são os estabelecimentos de ensino ou de escritórios. Em seguida, a tipologia dos edifícios passíveis de certificação se expandiu, existindo hoje Referenciais Técnicos de Certificação HQE para hotéis, hospitais, edifícios comerciais, edifícios escolares, de escritórios, industriais e estradas (HILGENBERG, 2010).

Este sistema possui um referencial técnico adaptado para o Brasil desde 2007. O sistema de avaliação foi adaptado pela Fundação Vanzolini, instituição privada sem fins lucrativos, formada e mantida pelos professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP. Durante o processo de certificação são utilizadas as normas brasileiras (SILVA, 2007).

2.2.7 Fase de projeto e arquitetura sustentável

O edifício deve ser idealizado de modo coerente com os conceitos de sustentabilidade e a partir de sua idealização, a concepção do edifício deve ser uma busca criativa e inventiva de práticas de sustentabilidade. Apesar dos maiores impactos ambientais ocorrerem nas fases de operação e manutenção, a maior possibilidade de intervenção no desempenho ambiental da edificação ocorre na fase de projeto. Ao se priorizar a implantação de estratégias de sustentabilidade nesta fase, tem-se uma edificação com melhor desempenho ambiental e com menor custo de manutenção e utilização (AGUILAR, 2009).

Pode-se afirmar que a sustentabilidade de um projeto arquitetônico começa na leitura e no entendimento do contexto no qual o edifício se insere e nas decisões iniciais de projeto. Ao serem inseridos no processo de projeto desde o seu início, os critérios ambientais podem ser trabalhados de forma muito mais eficaz e a possibilidade de se obter projetos mais sustentáveis e também mais satisfatórios ao cliente passa a ser muito maior (SALGADO e MARQUES, 2007).

Desta forma, é de extrema importância que os arquitetos estejam comprometidos com o desenvolvimento de projetos que minimizem os impactos de suas obras e tenham como filosofia a busca constante de estratégias e tecnologias que possibilitem a produção de projetos cada vez mais sustentáveis. No Brasil, já se percebe alguma atitude na busca da arquitetura ambientalmente sustentável, uma vez que alguns arquitetos já têm como premissa o alcance de altos níveis de qualidade ambiental em seus projetos. Além disso, alguns concursos de projetos de arquitetura no Brasil vêm exigindo que as questões de sustentabilidade sejam consideradas, principalmente nos aspectos ambientais. Todo esse processo colabora para a conscientização dos arquitetos e projetistas em relação à sua responsabilidade com a questão ambiental, econômica e social (SALGADO e MARQUES, 2007).

O papel da engenharia é crescente dentro do tema, uma vez que, no caso de edifícios nos quais é inerente a complexidade tecnológica, a arquitetura sozinha não responde pelos padrões de desempenho ambiental, não só por imposições climáticas, mas principalmente devido ao aumento da complexidade dos usos e da operação dos edifícios exigidos atualmente. Tem sido evidente a inovação na

concepção arquitetônica e na engenharia de sistemas, considerando não apenas o edifício em si, mas principalmente o processo de projeto, que ganhou complexidade com a maior interação entre os profissionais envolvidos e a inserção de ferramentas avançadas de modelagem e simulação (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Segundo Gonçalves e Duarte (2006), os indicadores de sustentabilidade têm introduzido mudanças metodológicas e práticas no processo de projeto, trazendo novos questionamentos e transformações para a arquitetura, integrando as várias disciplinas interdependentes que estão envolvidas na concepção e na operação dos edifícios. Desta forma, com base em toda a complexidade que compõe um projeto arquitetônico, não há um modelo único para a arquitetura sustentável. Da mesma maneira, por mais que sejam estabelecidos requisitos e critérios, não existe um método universal para a elaboração do projeto.

A sustentabilidade ambiental é a síntese entre conceitos arquitetônicos, fundamentos do conforto ambiental, técnicas construtivas e de operação predial e a esperada eficiência energética, seja no projeto de um novo edifício, seja na reabilitação tecnológica de um edifício existente. Entretanto, os adventos da tecnologia devem fazer parte do desenvolvimento do projeto do edifício desde as suas primeiras etapas de concepção, e não serem inseridos como acessórios, a fim de que possam contribuir de fato para o resultado arquitetônico e o melhor desempenho do conjunto (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Além disso, a sustentabilidade deve ir além da inserção horizontal no processo, ela deve ser parte da estratégia do empreendimento, precedendo a idealização e concepção do edifício. A sustentabilidade deve ser inserida verticalmente ao processo, de modo que seus conceitos estejam presentes em todas as fases. Os conceitos de sustentabilidade devem buscar sempre soluções criativas e inventivas, baseadas em uma visão de sistema aberto do empreendimento (AGUILAR, 2009).

Vale ressaltar, que apesar da importância da implantação de critérios ambientais na fase de projeto, o sucesso do desempenho ambiental do edifício não pode ser garantido em nenhuma das etapas de projeto. Apesar dos estudos detalhados de simulação das condições ambientais, o gerenciamento dos sistemas prediais, juntamente com o cumprimento dos padrões de ocupação previamente

definidos e o comportamento e as expectativas dos usuários é que responderão pelo desempenho final do edifício (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

2.2.8 Sistemas de Avaliação pesquisados

Foram selecionados dois sistemas de avaliação de impacto ambiental, a fim de identificar os requisitos exigidos em cada sistema e como eles são divididos por categorias de avaliação. Os dois sistemas analisados são o LEED e o AQUA, devido ao reconhecimento internacional de ambos e a sua ampla aplicação no mercado brasileiro.

2.2.8.1 Sistema de Avaliação LEED

O LEED é um sistema de avaliação que quantifica o nível de proteção do ambiente que um empreendimento irá desempenhar, sendo necessário atender a alguns pré-requisitos mínimos que dependem do nível de certificação para obter a pontuação. Este sistema é constituído por um *checklist* que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edifícios.

O sistema de avaliação LEED está dividido em cinco categorias de desempenho (GBC, 2011):

- Localização sustentável
- Eficiência hídrica
- Eficiência energética
- Conservação de Materiais e recursos
- Qualidade ambiental interna
- Inovação e processo de projeto

A descrição e a pontuação de cada requisito, divididos por categorias, conforme o GBC(2011), encontram-se descritas no Quadro 2:

Quadro 2: Requisitos ambientais e categorias de desempenho - LEED.

CATEGORIAS	CRÉDITOS	PONTUAÇÃO
LOCALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL	Seleção do local de implantação da edificação	01
	Densidade existente mínima e conexão com a comunidade	01
	Implantação em áreas industriais degradadas	01
	Transporte alternativo - Acesso a transporte público	01
	Transporte alternativo - Facilitar o uso de bicicletas	01
	Transporte alternativo - Induzir à implementação de transporte com baixa emissão de gás carbônico	01
	Transporte alternativo - Redução das áreas de estacionamento	01
	Desenvolvimento do local - Proteção e restauração do habitat natural	01
	Desenvolvimento do local - Aumento das áreas abertas	01
	Projeto de águas pluviais - Redução de áreas impermeáveis	01
	Projeto de águas pluviais - Redução da poluição dos rios através do gerenciamento da rede de águas pluviais	01
	Redução das ilhas de calor para diminuição do impacto no microclima - piso	01
	Redução das ilhas de calor para diminuição do impacto no microclima - cobertura	01
	Redução da utilização de luz noturna	01
	Planejamento assegurando que as questões atendidas em projeto continuem a ser implantadas durante o uso	01
	Utilização das instalações escolares para outros fins, em outros períodos	01
EFICIÊNCIA HÍDRICA	Paisagismo - Redução de 50% do uso de água potável na irrigação de jardins	01
	Paisagismo - Eliminação do uso de água potável na irrigação de jardins	01
	Redução da geração de esgoto	01
	Redução de pelo menos 20% no consumo de água padrão	01
	Redução de 30% a 40% no consumo de água padrão	01
	Redução de 20% no consumo de água através da utilização de equipamentos com menor consumo	01
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Pré-requisito 1: Criação de uma Comissão para verificação do sistema de energia da edificação - verificar se o sistema projetado foi instalado e implantado de acordo com o projeto	
	Pré-requisito 2: Estabelecimento dos requisitos mínimos de eficiência energética do sistema	
	Pré-requisito 3: Gestão de gases refrigerantes - não utilizar equipamentos de ar condicionado que utilizem gases refrigerantes CFC	
	Otimização de energia - alcançar níveis crescentes de desempenho energético acima do padrão, para reduzir a poluição e os impactos econômicos associados ao uso excessivo de energia	02 a 10
	Utilização de energias renováveis - eólica, solar, biomassa, pequenas hidrelétricas	01 a 03

	Comissão avançada - criação de uma comissão para verificação dos requisitos de projeto, construção e manutenção do empreendimento	01
	Redução dos gases refrigerantes - projetar e operar a edificação sem equipamentos de refrigeração ou minimizando o uso destes equipamentos	01
	Medição e verificação - desenvolvimento e implantação de um plano de medição e verificação do consumo de energia ao longo do tempo	01
	Força verde - incentivar o desenvolvimento e uso de energias renováveis utilizando pelo menos 35% da eletricidade do edifício a partir de fontes renováveis (energia solar, eólica, biomassa, geotérmica ou de fontes hidrelétrica de baixo impacto)	01

RECURSOS MATERIAIS	Pré-requisito - Armazenamento e recolha de materiais recicláveis - estender o ciclo de vida dos edifícios existentes e reduzir os impactos ambientais dos novos edifícios em relação aos materiais de fabricação e transporte	
	Reforma e ampliação da edificação - manter 75% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais	01
	Reforma e ampliação da edificação - manter 95% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais.	01
	Reforma e ampliação da edificação - manter 50% dos revestimentos existentes, incluindo esquadrias, revestimentos de piso e forros	01
	Gestão de resíduos da construção - Reciclagem de pelo menos 50% dos resíduos de construção ou restos de demolição	01
	Gestão de resíduos da construção - Reciclagem de pelo menos 75% dos resíduos de construção ou restos de demolição	02
	Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 5% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto	01
	Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 10% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto	02
	Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 10% de materiais com conteúdo reciclado	01
	Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 20% de materiais com conteúdo reciclado	02
	Materiais extraídos, transformados e manufaturados regionalmente - utilização de pelo menos 10% de materiais extraídos, transformados e processados na região, até uma distância de 800 km da edificação	01
	Materiais extraídos, transformados e manufaturados regionalmente - utilização de pelo menos 20% de materiais extraídos, transformados e processados na região, até uma distância de 800 km da edificação	02

	Materiais com curto ciclo de vida - reduzir o uso de recursos não renováveis e de materiais com longo ciclo de vida por materiais com um ciclo de vida de 10 anos ou menos - utilização de 2,5% destes materiais com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto - Exemplo: bambu, isolamento de algodão, lã, cortiça	01
	Madeira certificada - utilizar pelo menos 50% de madeira certificada, estimulando o manejo florestal ambientalmente sustentável	01

QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	Monitoramento de ar exterior - Fornecer monitoramento da entrada de ar exterior, a fim de manter o conforto e bem estar dos ocupantes da edificação, através de sensores de monitoramento de concentração de dióxido de carbono no ambiente interno	01
	Aumento da ventilação - Aumentar a ventilação do ambiente interno, a fim de melhorar o conforto e o bem estar dos ocupantes - pode ser utilizada ventilação natural ou mecânica	01
	Qualidade Interna do Ar - construção de um plano de manejo da qualidade interna do ar durante a construção, a fim de melhorar o conforto e o bem estar dos trabalhadores da construção civil	01
	Qualidade interna do ar - construção de um plano de manejo da qualidade interna do ar antes da ocupação do edifício, através de testes de qualidade do ar e limpeza das tubulações do circuito hidráulico através do método flush-out	01
	Materiais de baixa emissão de contaminantes - Reduzir a quantidade de contaminantes que produzam cheiro ou sejam prejudiciais para o conforto e bem estar dos ocupantes - Exemplo: colas para pisos, tintas, seladores e aglomerados de madeira devem passar no teste padrão de compostos orgânicos voláteis	01 a 04
	Controle de poluentes do ar interior - minimizar a exposição dos ocupantes a partículas potencialmente perigosas e a exposição a poluentes químicos através de: halls de entrada com pelo menos 1,80 m de comprimento, portas com fecho automático nas áreas específicas e sistemas de exaustão - Áreas de provável contaminação: sala de artes, garagens, laboratórios de ciências, salas de impressão	01
	Controle do Sistema de Iluminação - Salas de aula: fornecimento de controle de iluminação em dois modos, iluminação geral e iluminação para apresentação com projetores - Salas administrativas: fornecimento de controle de iluminação individual para no mínimo 90% dos ocupantes, permitindo ajustes para as necessidades de cada tarefa e das preferências individuais	01
	Controle do Conforto Térmico - Fornecer controle de conforto térmico individual para no mínimo 50% dos ocupantes nas áreas administrativas ou controle do grupo no caso das salas de aula, através de sensores individuais ou através de janelas	01
	Projeto de Conforto Térmico - Elaboração de projeto que forneça um ambiente confortável termicamente, proporcionando conforto e bem estar aos ocupantes do edifício	01
	Monitoramento do Conforto Térmico - Prever a avaliação do conforto térmico da edificação entre 6 à 18 meses após a ocupação da edificação, através de pesquisa com os ocupantes do edifício	01

	Iluminação natural - Proporcionar iluminação natural mínima, calculada através de um fator de iluminação, simulação computacional ou através de registros de medições onde:	01 a 03
	75% das salas de aula são atendidas	01
	90% das salas de aula são atendidas	02
	75% dos outros ambientes são atendidos, se pelo menos um dos critérios mínimos das salas de aula foram atendidos	01
	Melhoria do desempenho acústico - Proporcionar melhoria na comunicação entre alunos e professores, incluindo a redução de ruídos do interior para o exterior ou entre os espaços dentro do edifício - Exemplo: janelas com vidro duplo	01 a 02
	Prevenção de mofo - utilizar guias ou manuais na fase de projeto e uso da edificação para evitar o aparecimento de mofo	01
INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO	Inovação em projeto - Fornecer oportunidade de serem atribuídos pontos para um desempenho inovador em requisitos não especificamente abordados pelo Leed	01 a 04
	Limpeza de baixo impacto ambiental - Desenvolver, implementar e manter uma política para o uso de equipamentos de limpeza com o mínimo impacto ambiental	01
	Profissionais credenciados - Educar os membros da equipe a fim de agilizar o processo de aplicação dos requisitos e certificação da edificação	01
	A escola como uma ferramenta de ensino - Integrar as características de sustentabilidade da edificação com a missão educacional da escola	01

Fonte: GBC (2011)

2.2.8.2 Sistema de Avaliação AQUA

O Sistema de Avaliação AQUA estrutura-se em 14 categorias, que podem ser denominadas como um conjunto de preocupações, reunidas em quatro grandes categorias: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde.

Estas quatro grandes categorias são divididas ainda em duas grandes preocupações (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007):

- Gerenciamento dos impactos sobre o ambiente exterior
- Criação de um espaço interior sadio e confortável

O Quadro 3 identifica a divisão das categorias do AQUA.

Quadro 3: Categorias do AQUA.

GERENCIAR OS IMPACTOS SOBRE O AMBIENTE EXTERIOR	CRIAR UM ESPAÇO INTERIOR SADIO E CONFORTÁVEL
ECO-CONSTRUÇÃO	CONFORTO
1) Relação do edifício com o seu entorno	8) Conforto higrotérmico
2) Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	9) Conforto acústico
3) Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	10) Conforto visual
	11) Conforto olfativo
ECO-GESTÃO	SAÚDE
4) Gestão de energia	12) Qualidade sanitária dos ambientes
5) Gestão da água	13) Qualidade sanitária do ar
6) Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	14) Qualidade sanitária da água
7) Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	

Fonte: Fundação Vanzolini, 2009

No universo das 14 categorias que compõem o sistema AQUA existem 38 subcategorias que se desdobram em cerca de 160 preocupações, das quais mais de 40% das preocupações são obrigatórias para se atingir o conceito mínimo BOM em cada categoria, o que ainda não é suficiente para se obter o certificado.

Este método de avaliação não dá margem para que um edifício certificado atenda a qualidades ambientais somente em alguns aspectos e ignore completamente outros. Para a obtenção do certificado, o desempenho de cada categoria é analisado individualmente conforme os conceitos: BOM, SUPERIOR ou EXCELENTE.

A descrição de cada requisito, dividido por categorias e subcategorias encontra-se descrito no Quadro 4, adaptada de Hilgenberg (2010).

Quadro 4: Ambientais e Categorias de desempenho - AQUA.

CATEGORIA 1 - Relação do edifício com o seu entorno	1.1. Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável
	1.1.1. Assegurar a coerência entre a implantação do empreendimento no terreno e a política da comunidade em termos de arranjo e de desenvolvimento sustentável territorial
	1.1.2. Gerenciar os meios de transporte e favorecer os menos poluentes
	1.1.3. Preservar o ecossistema e a biodiversidade
	1.1.4. Prevenir o risco de inundação nas áreas suscetíveis e limitar a propagação de poluentes
	1.2. Qualidade dos espaços exteriores para os usuários
	1.2.1. Criar um conforto ambiental exterior satisfatório
	1.2.2. Criar um conforto acústico exterior satisfatório
	1.2.3. Criar um conforto visual satisfatório
	1.2.4. Assegurar espaços exteriores saudáveis
	1.3. Impactos do edifício sobre a vizinhança
	1.3.1. Assegurar à vizinhança o direito ao sol
	1.3.2. Assegurar à vizinhança o direito à luminosidade
	1.3.3. Assegurar à vizinhança o direito às vistas
	1.3.4. Assegurar à vizinhança o direito à saúde
	1.3.5. Assegurar à vizinhança o direito à tranquilidade
CATEGORIA 2 – Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	2.1. Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção
	2.1.1. Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção
	2.1.2. Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade /separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção
	2.1.3. Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas
	2.2. Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção
	2.2.1. Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício
	2.2.2. Escolher produtos de construção de fácil conservação
	2.3. Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção
	2.3.1 Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção
	2.3.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção
	2.3.3 Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva
	2.3.4 Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva
	2.4. Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos da construção à saúde humana
	2.4.1. Conhecer os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana dos produtos de construção
	2.4.2 Escolher os produtos de construção de modo a limitar os impactos da construção à qualidade do ar interior à saúde humana
CATEGORIA 3	3.1. Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras

– Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	3.1.1. Minimizar a produção de resíduos do canteiro de obras
	3.1.2. Beneficiar o máximo possível os resíduos e de forma coerente com as cadeias locais existentes
	3.1.3 Assegurar-se da correta destinação dos resíduos
	3.2. Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras
	3.2.1. Limitar os incômodos
	3.2.2. Limitar a poluição
	3.2.3. Limitar o consumo de recursos
CATEGORIA 4 – Gestão da energia	4.1. Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica
	4.1.1. Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios
	4.1.2. Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas
	4.2. Redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados
	4.2.1. Reduzir o consumo de energia primária devida ao resfriamento, à iluminação, ao aquecimento de água, à ventilação e aos equipamentos auxiliares
	4.2.2. Limitar os poluentes gerados pelo consumo de energia
	4.2.3. Utilizar energias renováveis locais
CATEGORIA 5 – Gestão da água	5.1. Redução do consumo de água potável
	5.1.1. Limitar as vazões de utilização
	5.1.2. Otimizar o consumo de água potável
	5.1.3. Limitar o uso de água potável
	5.2. Otimização da gestão de águas pluviais
	5.2.1. Gestão da retenção
	5.2.2. Gestão da infiltração
	5.2.3. Gestão de águas de escoamento poluídas
CATEGORIA 6 – Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	6.1. Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício
	6.1.1. Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação do edifício com a finalidade de valorizá-los ao máximo
	6.1.2. Estimular a triagem de resíduos na fonte geradora
	6.2. Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
	6.2.1. Facilitar a gestão dos resíduos
	6.2.2. Otimizar os circuitos dos resíduos de uso e operação
	6.2.3. Assegurar a permanência do desempenho do sistema de gestão de resíduos de uso e operação
CATEGORIA 7 – Manutenção – Permanência do desempenho ambiental	7.1. Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento
	7.1.1 Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício
	7.1.2 Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção
	7.1.3 Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação / manutenção durante seu uso e operação
	7.2. Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação

	7.2.1 Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício
	7.2.2 Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção
	7.2.3 Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação / manutenção durante seu uso e operação
	7.3. Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação
	7.3.1 Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício
	7.3.2 Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção
	7.3.3 Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação / manutenção durante seu uso e operação
	7.4. Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água
	7.4.1 Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício
	7.4.2 Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção
	7.4.3 Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação / manutenção durante seu uso e operação

CATEGORIA 8 – Conforto Higrotérmico	8.1. Implantação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno
	8.1.1. Levar em consideração as características do local do empreendimento (principalmente verão)
	8.1.2. Agrupar ambientes com necessidades térmicas homogêneas (verão ou inverno)
	8.1.3. Melhorar a aptidão do edifício para favorecer as boas condições de conforto higrotérmico no verão e inverno
	8.2. Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno
	8.2.1. Definir/obter um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes em período de ocupação, conforme sua destinação
	8.2.2. Assegurar uma velocidade de ar que não prejudique o conforto
	8.2.3. Assegurar a estabilidade das temperaturas em período de ocupação (para os ambientes de uso intermitente)
	8.2.4. Controle dos desconfortos devido aos ganhos solares
	8.3. Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente
	8.3.1 Assegurar um nível mínimo de conforto térmico e proteger as áreas envidraçadas do sol
	8.3.2. Assegurar uma ventilação suficiente quando as proteções solares móveis estiverem acionadas (sombreamento abaixado)
	8.3.3. Caso se tratar de zona de ruído RU1 e se o conforto de verão é obtido pela abertura de janelas, controlar a taxa de ventilação
	8.3.4. Caso se tratar de zona de ruído RU2 ou RU3, assegurar um nível mínimo de conforto com as janelas fechadas
	8.4. Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial
	8.4.1. Definir/obter um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes em período de ocupação, considerando-se sua destinação
	8.4.2. Assegurar uma velocidade de ar que não prejudique o conforto
	8.4.3. Controlar os ganhos solares e em particular o desconforto localizado

CATEGORIA 9 – Conforto Acústico	9.1. Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos
	9.1.1. Otimizar a posição dos ambientes entre si
	9.1.2. Otimizar a posição dos ambientes em relação aos ruídos exteriores
	9.1.3. Otimizar a forma e o volume dos ambientes em face da qualidade acústica interna
	ESCOLAS
	9.2. Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes
	9.2.1. Isolar os ambientes sensíveis em relação ao espaço exterior
	9.2.2. Limitar o nível de ruído de impactos transmitidos nos ambientes sensíveis
	9.2.3. Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes sensíveis
	9.2.4. Controlar a acústica interna dos ambientes
	9.2.5. Prever isolamento do ruído aéreo nos ambientes sensíveis frente a outros ambientes
CATEGORIA 10 - Conforto Visual	10.1. Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)
	10.1.1. Dispor de acesso à luz do dia nos ambientes de permanência prolongada
	10.1.2. Dispor de acesso a vistas externas a partir das zonas onde se encontram os ocupantes nos ambientes de permanência prolongada
	10.1.3. Dispor de iluminância natural mínima nas áreas onde se encontram os ocupantes
	10.1.4. Dispor de luz do dia nas áreas de circulação
	10.1.5. Evitar o ofuscamento direto ou indireto
	10.2. Iluminação artificial confortável
	10.2.1. Dispor de um nível de iluminância ótimo de acordo com as atividades previstas
	10.2.2. Garantir uma boa uniformidade de iluminação de fundo para os ambientes com mais de 20 m²
	10.2.3. Evitar o ofuscamento devido à iluminação artificial e buscar um equilíbrio das luminâncias do ambiente luminoso interno
	10.2.4. Garantir uma qualidade agradável da luz emitida
	10.2.5. Controle do meio visual pelos usuários
CATEGORIA 11 – Conforto Olfativo	11.1. Garantia de uma ventilação eficaz
	11.1.1. Assegurar vazões de ar adequadas às atividades dos ambientes
	11.1.2. Assegurar o controle das vazões de ar
	11.1.3. Assegurar distribuição adequada de ar renovado
	11.2. Controle das fontes de odores desagradáveis
	11.2.1. Identificar as fontes de odores
	11.2.2. Reduzir os efeitos das fontes de odores
	11.2.3. Limitar as fontes de odores
Categoria 12 – Qualidade sanitária dos ambientes	ENERGIA
	12.1. Controle da exposição eletromagnética
	12.1.1. Identificar as fontes internas de “energia” emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência
	12.1.2. Otimizar a utilização de fontes internas de energia emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência
	TELECOMUNICAÇÕES

	12.1. Controle da exposição eletromagnética
	12.1.1. Identificar as fontes “telecomunicações” emissoras de ondas eletromagnéticas
	12.1.2. Conter o nível do campo eletromagnético do empreendimento em limites os mais baixos possíveis
	12.2. Criação de condições de higiene específicas
	12.2.1. Identificar os locais com condições de higiene específicas
	12.2.2. Criar as condições de higiene específicas
	12.2.3. Escolher produtos que restrinjam o crescimento fúngico e bacteriano
CATEGORIA 13 – Qualidade sanitária do ar	13.1. Garantia de uma ventilação eficaz
	13.1.1. Assegurar vazões de ar adequadas à atividade dos ambientes
	13.1.2. Assegurar o controle da vazão de ar
	13.1.3. Assegurar distribuição sã de ar renovado
	13.2. Controle das fontes de poluição
	13.2.1. Identificar as fontes de poluição
	13.2.2. Reduzir os efeitos das fontes de poluição
CATEGORIA 14 – Qualidade sanitária da água	13.2.3. Limitar as fontes de poluição
	14.1 Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas
	14.1.1 Escolher materiais conformes à normalização técnica
	14.1.2 Escolher materiais compatíveis com a natureza da água distribuída
	14.1.3 Respeitar os procedimentos de execução das tubulações
	14.2. Organização e proteção das redes internas
	14.2.1 Estruturar e sinalizar as redes internas em função dos usos da água
	14.2.2 Separar a rede de água potável e as eventuais redes de água não potável (no caso de fonte privada)
	14.2.3 Proteger as redes internas
	14.3. Controle da temperatura na rede interna
	14.3.1 Isolar a rede interna
	14.3.2 Assegurar temperatura no aquecedor de acumulação ou no de passagem
	14.4. Controle dos tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação
	14.4.1 Otimizar o tratamento anticorrosivo e/ou anti-incrustação
	14.4.2 Verificar o desempenho dos tratamentos anticorrosivos e anti-incrustação

Fonte: FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (2007)

CAPÍTULO 3

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este capítulo tem por objetivo apresentar o método de pesquisa utilizado na realização da presente dissertação, apresentando as diversas etapas de seu desenvolvimento. Inicialmente é abordado o problema de pesquisa e a revisão bibliográfica utilizada. Nos itens precedentes são abordados os procedimentos para a realização do estudo de caso, incluindo a coleta de dados e a estratégia de análise dos dados levantados.

A pesquisa tem como principal fundamentação empírica a realização de um estudo de caso, utilizando o órgão responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos da Prefeitura Municipal de Curitiba como unidade de análise. Este estudo de caso procurou identificar as diretrizes necessárias na concepção e desenvolvimento de projeto, para implantação de requisitos ambientais nos projetos das edificações.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A melhor estratégia para implantação de requisitos ambientais ocorre na fase de concepção e desenvolvimento de projeto da edificação. Nos últimos anos tem acontecido uma preocupação maior dos participantes do processo de construção de edificações com a gestão do processo de projeto. Vários pesquisadores nacionais (MELHADO, 2003 e FABRICIO, 2001), têm apontado o grande potencial de melhoria do desempenho das edificações a partir da gestão do processo de projeto. Embora o ganho a obter com a adequada gestão do projeto seja evidente, ainda não é possível quantificar o mesmo de forma exata em termos de desempenho ou custo. Autores como Picchi (1993) e Heineck (2001) apontam que uma adequada gestão do processo de projetos pode significar uma redução de 6% do custo direto das obras (HEINECK, 2007). Da mesma forma, uma adequada

gestão do processo de projeto é fundamental para a aplicação de conceitos ambientais no ciclo de vida da edificação.

Relativamente ao processo de projeto de uma edificação institucional, o problema de pesquisa que fundamenta este estudo está baseado na necessidade de melhoria na implantação de requisitos ambientais das edificações, buscando projetar uma edificação segundo critérios de sustentabilidade ambiental. A presente pesquisa tem como parâmetro de estudo a gestão do processo de projeto em uma empresa responsável por projetos institucionais, utilizando dois sistemas de avaliação ambiental, o LEED e o AQUA, como referências para implantação de requisitos ambientais.

O LEED é um sistema de avaliação que quantifica o nível de proteção do ambiente que um empreendimento irá desempenhar, sendo necessário atender alguns pré-requisitos mínimos que dependem do nível de certificação para obter a pontuação. Este sistema é constituído por um *checklist* que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edifícios.

O AQUA é um sistema de avaliação que utiliza as normas brasileiras estruturando-se em dois instrumentos que permitem avaliar o desempenho requisitado: o sistema de gestão do empreendimento (SGE) e a qualidade ambiental do edifício (QAE). Para a obtenção do certificado, o desempenho de cada categoria é analisado individualmente conforme os conceitos: BOM, SUPERIOR ou EXCELENTE.

3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

A escolha do método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho é o exploratório (GIL, 1987). A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema auxiliando a torná-lo mais explícito e ajudando a construir hipóteses. A pesquisa exploratória normalmente assume a forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso. Portanto, considerando os objetivos deste estudo, o tipo exploratório de pesquisa aparece como o mais

adequado no sentido em que o objetivo principal deste trabalho é identificar as melhorias necessárias no processo de projeto de uma edificação para torná-la ambientalmente sustentável.

Formulando o problema de pesquisa com outras palavras, busca-se saber **COMO ocorre o processo de projeto durante a elaboração e concepção do projeto das edificações e POR QUE a falta de implantação de requisitos ambientais tem sido prática comum no processo de projeto das edificações.**

Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que envolve investigação empírica de um fenômeno contemporâneo particular dentro do contexto da vida real, utilizando várias fontes de evidência. Desta forma foram consideradas mais indicadas duas estratégias de pesquisa para a metodologia deste estudo, a pesquisa bibliográfica e o Estudo de Caso.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA

3.4.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é definida por Gil (1987) como o levantamento de informações feito a partir de material já publicado, constituído principalmente por livros e artigos científicos. Cabe à pesquisa bibliográfica a obtenção de dados para responder ao problema formulado, por meio dos referenciais teóricos existentes. As fontes bibliográficas pesquisadas dão sustentação à interpretação dos resultados, mediante a consulta aos trabalhos de natureza teórica e a comparação dos dados obtidos pelo pesquisador com aqueles fornecidos por outros estudos. Desta forma os resultados da pesquisa assumem um caráter amplo e significativo (GIL, 1987).

A revisão da bibliografia foi realizada a partir do levantamento, leitura e ordenação de artigos técnicos publicados em periódicos e congressos, dissertações, teses e livros, com o objetivo de desenvolver um referencial teórico adequado referente à gestão do processo de projeto das edificações e o estado da arte da sustentabilidade no ambiente construído.

A pesquisa bibliográfica foi dividida em duas partes principais. Na primeira parte foram abordadas questões relativas à gestão do processo de projeto na área do ambiente construído, com foco na fase de concepção e elaboração do projeto da edificação. Os trabalhos relevantes nesta área são:

- Programa de Necessidades: KOWALTOWSKI (2009)
- Expectativas dos clientes: MALONEY (2002)
- Gerenciamento de Requisitos: HUOVILA (2001) e MIRON (2008)
- Qualidade no processo de projeto: MELHADO (2003)
- Projeto Integrado: FABRICIO (2001) e SALGADO (2008)
- Tecnologia da Informação: RUSCHEL (2007), NASCIMENTO (2001) e SCHEER (2011)
- Processo de projeto e gestão pública: CATELLI (2001)
- Fase de uso e manutenção: WEISE (2007)

Na segunda parte foram abordadas questões relativas à sustentabilidade no ambiente construído. Os trabalhos relevantes nesta área são:

- Análise do ciclo de vida: HUNKELER (2005)
- Normatização e gestão ambiental: UGAYA (2008) e BARBIERI (2009)
- Pegada ecológica: ROAF (2006)
- Sistemas de avaliação ambiental: AGOPYAN (2003)
- Fase de projeto e arquitetura sustentável: GONÇALVES (2006).

3.4.2 Estudo de Caso

Na presente pesquisa o estudo de caso pretende verificar como ocorre a gestão do processo de projeto numa empresa responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos de edificações públicas, identificando as melhorias necessárias na fase de projeto para torná-la ambientalmente sustentável, a fim de atingir os dois últimos objetivos específicos da pesquisa:

- Compreender a gestão do processo de projeto de uma empresa responsável pela concepção e desenvolvimento de projetos.
- Analisar como são implantados os requisitos ambientais em uma empresa responsável pela concepção e desenvolvimento de projetos.

Esta técnica, juntamente com a revisão bibliográfica, forneceu os elementos necessários para **identificação das melhorias necessárias no processo de projeto de uma edificação para torná-la ambientalmente sustentável.**

3.4.2.1 Critérios para seleção do estudo de caso

Segundo GIL (1987), a maior utilidade do estudo de caso se verifica nas pesquisas exploratórias e se aplica com pertinência nas situações em que o objeto de estudo já é suficientemente conhecido a ponto de ser enquadrado como um tipo ideal.

Desta forma, o presente projeto buscou verificar como ocorre o processo de projeto nas edificações, identificando as melhorias necessárias na fase de projeto, para torná-la ambientalmente sustentável, utilizando uma instituição pública como unidade caso para a análise da fase de projeto das edificações.

3.4.2.2 Delimitação da Unidade-caso

Na presente pesquisa foi utilizada como unidade-caso uma empresa responsável pela concepção, elaboração e desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares de edificações públicas. Esta empresa é um órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal de Curitiba onde a pesquisadora é responsável pela análise e fiscalização de projetos.

A escolha da unidade caso deve-se a facilidade de acesso à pesquisadora aos dados necessários a presente pesquisa e principalmente pelo fato da instituição pesquisada ser um dos maiores escritórios de arquitetura do município de Curitiba, responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos de grande porte e de grande impacto social.

3.4.2.3 Caracterização da Unidade-caso

O Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC é um órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal de Curitiba, criado em 1965 com a função de coordenar o processo de planejamento e monitoramento urbano de Curitiba. Além da função básica de Pesquisa e Planejamento Urbano, o IPPUC é responsável pela concepção e elaboração de projetos de diversos equipamentos públicos e edificações pertencentes à Prefeitura.

O setor responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos é a Assessoria de Projetos, onde são elaborados e desenvolvidos projetos de grande porte: Piscinas Públicas Cobertas ("Clube da Gente"), Unidades de Ensino, Unidades de Saúde, Terminais Urbanos, Terminais Rodoviários, Mercados de Abastecimento Alimentar e outros equipamentos pertencentes à administração pública direta, a Prefeitura Municipal de Curitiba.

As Figura 7, 8, 9 e 10 apresentadas são perspectivas de alguns projetos elaborados pelo Instituto.



Figura 7: Centro Municipal de Educação Infantil Padrão 150 (edificação para atendimento em período integral de 150 crianças, na faixa etária de 0 a 5 anos).

Fonte: Curitiba (2011)



Figura 8: Escola Padrão Vertical, com 2 pavimentos.

Fonte: IPPUC (2012)



Figura 9: Centro Municipal de Educação Infantil Padrão 260 (edificação para atendimento em período integral de 260 crianças, na faixa etária de 0 a 5 anos).

Fonte: IPPUC (2012)



PERSPECTIVA NOTURNA - ESTUDO ILUMINAÇÃO

Figura 10: Rodoviária de Curitiba (Projeto de reforma).

Fonte: IPPUC (2012)

3.5 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se desenvolveu em duas fases, correspondendo a cada etapa do método.

3.5.1 Revisão Bibliográfica

A primeira fase foi realizada através do levantamento bibliográfico, identificando as principais certificações existentes para avaliação de edificações. Dentro desta fase foram selecionados dois sistemas de avaliação de impacto ambiental, o LEED e o AQUA.

O sistema de avaliação LEED divide o projeto em cinco grandes categorias de avaliação:

- Localização sustentável
- Eficiência hídrica
- Eficiência energética

- Recursos materiais
- Qualidade ambiental interna
- Inovação e processo de projeto

O outro sistema de avaliação escolhido foi o AQUA, versão brasileira do sistema de avaliação ambiental francês HQE – Haute Qualité Environnementale, adaptado pela fundação Vanzolini. O Sistema de Avaliação Aqua estrutura-se em 14 categorias, que podem ser denominadas como um conjunto de preocupações, reunidas em quatro grandes categorias: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde.

3.5.2 Estudo de caso

Baseado na unidade-caso definida, foram seguidos os seguintes passos para a coleta de dados:

1º passo: análise do processo de projeto da unidade-caso, através de pesquisa participante, documentos e entrevistas com todos os colaboradores do processo: projetistas, fiscais de projeto, diretores responsáveis pela concepção e desenvolvimento dos projetos, de acordo com o Programa de Necessidades das várias secretarias e órgãos da Prefeitura Municipal de Curitiba.

2º passo: identificação de como foram inseridos os requisitos ambientais (Categoria Recursos Materiais) na fase de projeto, na unidade caso, utilizando os dois sistemas de avaliação escolhidos como parâmetros de pesquisa.

3º passo: elaboração de diretrizes para implantação de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações.

Neste contexto, também foi utilizada a observação direta como instrumento de pesquisa. Segundo Gil (1987) as ações e comportamentos são aspectos centrais em praticamente cada pesquisa, uma técnica natural e óbvia consiste em observar o que fazem e registrar isto para descrever, analisar e interpretar.

Na coleta de dados, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Observação direta e participante: para compreender melhor a rotina de trabalho e as interfaces entre os agentes de produção dos projetos, foram analisados os procedimentos e rotinas internas de trabalho da unidade de análise.
- Coleta documental: foram coletados e analisados fluxogramas desenvolvidos pela supervisão, registros documentais de rotinas que são gerados no procedimento de recebimentos e entregas de projetos por parte da unidade de análise, além de documentos institucionais que evidenciam o objeto de atuação da unidade de análise.
- Entrevista de perguntas abertas com a supervisora da unidade de análise, responsável pela gestão dos procedimentos.

3.6 ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Miles e Huberman (1994) a análise de dados consiste em três atividades principais e concorrentes: redução, disposição e verificação dos dados.

- **Redução dos dados:** é o processo de seleção e transformação dos dados obtidos em notas ou transcrições, dividindo-os em grupos ou categorias.
- **Disposição dos dados:** é a montagem e organização dos dados de acordo com as informações necessárias para o projeto. Pode ser feita através de matrizes ou gráficos.
- **Verificação e conclusão do projeto:** a verificação dos dados pode ser breve ou elaborada com grandes argumentações. O significado surge dos dados terem sido testados e validados.

Estas três atividades ocorrem paralelamente umas as outras, antes, durante e depois da coleta de dados, direcionando o projeto durante todo o processo.

Segundo Yin (2001), analisar as evidências dos dados obtidos consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou, do contrário, recombina as evidências tendo em vista as proposições iniciais de um estudo. O objetivo final da

análise dos dados é tratar as evidências de uma maneira justa, produzindo conclusões analíticas irrefutáveis e eliminando interpretações alternativas (YIN, 2001).

A análise qualitativa da presente pesquisa foi realizada utilizando a estratégia analítica de descrição do caso, considerando aspectos ligados à gestão do processo de projeto em uma empresa de elaboração e desenvolvimento de projetos, tentando destacar, todavia sem mensurar, possíveis ganhos com a implantação de melhorias da gestão do processo de projetos, facilitando a introdução de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações.

CAPÍTULO 4

4 ANÁLISES E RESULTADOS

Para implantação de um sistema de avaliação ambiental é necessária a introdução de requisitos ambientais nas diversas etapas do processo de projeto. A introdução de cada critério específico do sistema de avaliação é realizada em cada fase do processo de projeto. Desta forma existe uma relação direta entre o critério ambiental e a etapa do projeto onde ele deve ser implantado.

Para este estudo foram consideradas as “Etapas do Processo de Projeto” definidas por HEINECK (2007):

- Planejamento e concepção do empreendimento
- Estudo preliminar
- Anteprojeto
- Projeto legal
- Projeto executivo
- Acompanhamento da execução e uso.

O processo de desenvolvimento do projeto das edificações ocorre a partir da reunião de diversas decisões, entre as quais se destacam a definição da tecnologia construtiva e a seleção dos materiais de construção a serem utilizados, podendo-se concluir que a sustentabilidade ambiental de uma edificação depende muito dos materiais especificados para sua construção. Desta forma, foi definida como delimitação da pesquisa a análise da categoria de desempenho relacionada aos Recursos Materiais.

Neste contexto, foram relacionados os critérios ambientais da Categoria Recursos Materiais dos dois sistemas de avaliação com as etapas do ciclo de vida do empreendimento onde os critérios podem ser inseridos.

O Quadro 5 apresenta a relação entre o critério ambiental da Categoria Recursos Materiais do LEED e a etapa do ciclo de vida da edificação onde o critério pode ser inserido.

Quadro 5: Relação entre critério ambiental e etapa de implantação do critério - LEED.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO LEED: CATEGORIA "RECURSOS MATERIAIS"			
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	IMPLANTAÇÃO DO CRITÉRIO	FASE DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO
Reutilização do edifício	Reforma e ampliação da edificação - manter 75% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais.	ESTUDO PRELIMINAR	PROJETO
	Reforma e ampliação da edificação - manter 95% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais.		
	Reforma e ampliação da edificação - manter 50% dos revestimentos existentes, incluindo esquadrias, revestimentos de piso e forros.		
Gestão de Resíduos da Construção Civil	Gestão de resíduos da construção - Reciclagem de pelo menos 50% dos resíduos de construção ou restos de demolição	EDITAL DE LICITAÇÃO	EXECUÇÃO
	Gestão de resíduos da construção - Reciclagem de pelo menos 75% dos resíduos de construção ou restos de demolição		
Reutilização de recursos	Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 5% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto. Exemplo: mobiliário, portas, vigas e postes, painéis e quadros, pisos, tijolos e itens decorativos, madeiras de demolição.	ANTEPROJETO	PROJETO
	Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 10% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em		

	projeto. Exemplo: mobiliário, portas, vigas e postes, painéis e quadros, pisos, tijolos e itens decorativos, madeiras de demolição.		
Materiais com conteúdo reciclado	Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 10% de materiais com conteúdo reciclado	ANTEPROJETO	PROJETO
	Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 20% de materiais com conteúdo reciclado	ANTEPROJETO	PROJETO
Materiais locais/regionais	Materiais extraídos, transformados e manufaturados regionalmente - utilização de pelo menos 10% de materiais extraídos, transformados e processados na região, até uma distância de 800 km da edificação.	EDITAL DE LICITAÇÃO	EXECUÇÃO
	Materiais extraídos, transformados e manufaturados regionalmente - utilização de pelo menos 20% de materiais extraídos, transformados e processados na região, até uma distância de 800 km da edificação.		
Materiais rapidamente renováveis	Materiais com curto ciclo de vida - reduzir o uso de recursos não renováveis e de materiais com longo ciclo de vida por materiais com um ciclo de vida de 10 anos ou menos - utilização de 2,5% destes materiais com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto. Exemplo: bambu, isolamento em algodão, lã, cortiça.	ANTEPROJETO	PROJETO
Uso de madeira certificada	Madeira certificada - utilizar pelo menos 50% de madeira certificada, estimulando o manejo florestal ambientalmente sustentável.	ANTEPROJETO	PROJETO

Fonte: Autora (2011)

Da mesma forma, foi relacionado cada critério ambiental relativo a Recursos Materiais do AQUA com a etapa do ciclo de vida da edificação, conforme o Quadro 6 a seguir.

Quadro 6: Relação entre critério ambiental e etapa de implantação do critério - AQUA.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO AQUA: CRITÉRIOS COMPATÍVEIS COM A CATEGORIA "RECURSOS MATERIAIS" DO LEED			
CATEGORIA	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	IMPLANTAÇÃO DO CRITÉRIO	FASE DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO
2.1. Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção	2.1.1. Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção	ANTEPROJETO	PROJETO
	2.1.2. Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade /separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção.		
	2.1.3. Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas (através de sistemas de certificação ou de qualidade).		
2.2. Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção	2.2.1. Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício	ANTEPROJETO	PROJETO
	2.2.2. Escolher produtos de construção de fácil conservação		
2.3. Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção	2.3.1 Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção	ANTEPROJETO	PROJETO
	2.3.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção		
	2.3.3 Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva		
	2.3.4 Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva		
3.1. Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	3.1.1. Minimizar a produção de resíduos do canteiro de obras	EDITAL DE LICITAÇÃO	EXECUÇÃO
	3.1.2. Beneficiar o máximo possível os resíduos e de forma coerente com as cadeias locais existentes		
	3.1.3 Assegurar-se da correta destinação dos resíduos		
3.2. Redução dos incômodos, poluição e	3.2.1. Limitar os incômodos	EDITAL DE LICITAÇÃO	EXECUÇÃO
	3.2.2. Limitar a poluição		

consumo de recursos causados pelo canteiro de obras	3.2.3. Limitar o consumo de recursos		
--	--------------------------------------	--	--

Fonte: Autora (2011)

Como se pode verificar, a maioria dos créditos ambientais da Categoria Recursos Materiais estabelecidos pelo LEED e pelo AQUA envolve diretamente as decisões arquitetônicas. Desta forma, procurou-se fazer uma análise dos requisitos ambientais que devem ser implantados na fase de concepção e desenvolvimento dos projetos.

4.1 Análise dos requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, que podem ser implantados na fase de projeto.

Para análise dos requisitos ambientais, foi elaborada uma relação entre os requisitos ambientais dos dois sistemas de avaliação e as etapas de projeto definidas no Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo da ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura. Segundo o manual, as definições das principais etapas de projeto são:

- Estudo preliminar - apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração das edificações e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.
- Anteprojeto - Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.
- Projeto legal – refere-se ao projeto arquitetônico proposto, com todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.

- Projeto de execução - Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com os projetos complementares e com as informações necessárias à execução da obra. Estabelece o custo mínimo possível que se pode obter em decorrência da especificação dos materiais, equipamentos e normas de execução dos serviços, tolerâncias, configurações básicas, métodos construtivos e tudo mais relacionado à construção da edificação. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares, com os respectivos detalhes construtivos, caderno de especificações de materiais e serviços e do orçamento, estabelecendo o custo provável da obra.

4.1.1 Estudo Preliminar

O estudo preliminar refere-se ao partido arquitetônico adotado, a configuração das edificações e a implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente. Desta forma, os critérios ambientais a serem implantados nesta etapa foram relacionados no Quadro 7.

Quadro 7: Requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, a serem implantados na etapa de Estudo Preliminar do projeto.

ETAPA DE IMPLANTAÇÃO DO REQUISITO - ESTUDO PRELIMINAR			
SISTEMA DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	IMPLANTAÇÃO DO CRITÉRIO
LEED	Reutilização do edifício	Reforma e ampliação da edificação - manter 75% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais.	ESTUDO PRELIMINAR
		Reforma e ampliação da edificação - manter 95% das paredes, pisos e telhas existentes, incluindo os elementos estruturais.	
		Reforma e ampliação da edificação - manter 50% dos revestimentos existentes, incluindo esquadrias, revestimentos de piso e forros.	

Fonte: Autora (2012)

4.1.1.1 Reutilização do edifício

O critério de reutilização do edifício do sistema de avaliação LEED refere-se aos casos de reforma e ampliação da edificação e exige que seja mantida uma porcentagem de elementos estruturais ou elementos de fechamento e acabamento da edificação, tais como paredes, pisos e telhas.

Este critério está diretamente relacionado à configuração da edificação e às exigências definidas no programa de necessidades, elementos constantes do estudo preliminar do projeto.

4.1.2 Anteprojeto

Na fase de anteprojeto o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.

A relação dos critérios ambientais a serem implantados na etapa de anteprojeto encontra-se no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8: Requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Ambientais, a serem implantados na etapa de Anteprojeto.

ETAPA DE IMPLANTAÇÃO DO REQUISITO - ANTEPROJETO			
SISTEMA DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	IMPLANTAÇÃO DO CRITÉRIO
LEED	Reutilização de recursos	Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 5% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto. Exemplo: mobiliário, portas, vigas e postes, painéis e quadros, pisos, tijolos e itens decorativos, madeiras de demolição.	ANTEPROJETO
		Reutilização de materiais - reutilização de pelo menos 10% de materiais de construção e produtos renovados ou recuperados, reduzindo a demanda por material virgem, com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto. Exemplo: mobiliário, portas, vigas e postes, painéis e quadros, pisos, tijolos e itens decorativos, madeiras de demolição.	
	Materiais com conteúdo reciclado	Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 10% de materiais com conteúdo reciclado	ANTEPROJETO
		Conteúdo reciclado - utilização de pelo menos 20% de materiais com conteúdo reciclado	ANTEPROJETO
	Materiais rapidamente renováveis	Materiais com curto ciclo de vida - reduzir o uso de recursos não renováveis e de materiais com longo ciclo de vida por materiais com um ciclo de vida de 10 anos ou menos - utilização de 2,5% destes materiais com base no custo do valor total dos materiais especificados em projeto. Exemplo: bambu, isolamento em algodão, lã, cortiça	ANTEPROJETO
	Uso de madeira certificada	Madeira certificada - utilizar pelo menos 50% de madeira certificada, estimulando o manejo florestal ambientalmente sustentável	ANTEPROJETO
AQUA	2.1. Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção	2.1.1. Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção	ANTEPROJETO
		2.1.2. Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade /separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção	
		2.1.3. Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas (através de sistemas de certificação ou de qualidade)	

	2.2. Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção	2.2.1. Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício	ANTEPROJETO
		2.2.2. Escolher produtos de construção de fácil conservação	
	2.3. Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção	2.3.1 Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção	ANTEPROJETO
		2.3.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção	
		2.3.3 Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	
		2.3.4 Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	

Fonte: Autora (2012)

4.1.2.1 Reutilização de recursos

O critério de reutilização de materiais do sistema de avaliação LEED refere-se à utilização de materiais de construção ou produtos renovados ou recuperados, tendo como exemplo a utilização de mobiliário existente, portas, vigas e postes, painéis e quadros, pisos, tijolos, itens decorativos e madeiras de demolição.

Este critério está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas na fase de anteprojeto.

4.1.2.2 Materiais com conteúdo reciclado

Este critério refere-se à utilização de materiais que sejam provenientes da reciclagem de materiais antes, durante e após o processo produtivo. As telhas produzidas com material de tubo de pasta de dente são um exemplo deste tipo de material.

O critério de materiais com conteúdo reciclado do sistema de avaliação LEED está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas na fase de anteprojeto.

4.1.2.3 Materiais rapidamente renováveis

Este critério refere-se à utilização de materiais com curto ciclo de vida tais como bambu, cortiça, lã e algodão, reduzindo o uso de recursos não renováveis e de materiais com longo ciclo de vida.

O critério de materiais rapidamente renováveis do sistema de avaliação LEED está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas no anteprojeto.

4.1.2.4 Uso de madeira certificada

O critério de utilização de madeira certificada do sistema de avaliação LEED também está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas no anteprojeto.

4.1.2.5 Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção

Este critério está dividido em três subcategorias relacionadas a seguir. Estas subcategorias relacionam-se aos aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, aspectos referentes à fase de anteprojeto da edificação.

- Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção:

Segundo Hilgenberg (2010) este critério procura conciliar a duração da vida útil dos materiais e sistemas empregados com a vida útil do edifício, evitando o investimento em produtos de alta duração para construções de vida curta ou o contrário, evitando que tenha que se fazer a reposição de um sistema ou produto diversas vezes durante o uso do edifício.

- Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade /separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção:

Este critério refere-se à reflexão a respeito da adaptabilidade do edifício às necessidades dos usuários, podendo manter ou não o uso da edificação.

- Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas:

É baseado em padrões de qualidade do PSQ - Programa Setorial de Qualidade, do programa SIMAC - Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos, do IPT ou do Inmetro. No caso de cimentos e blocos ou tubos de concreto, deve ter o selo de certificação de qualidade ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

4.1.2.6 Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção

Este critério está dividido em duas subcategorias relacionadas a seguir. Estas subcategorias relacionam-se aos aspectos de concepção básica das instalações, referentes à fase de anteprojeto da edificação.

- Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício:

Após a construção, um edifício deve ser objeto de alguns investimentos periódicos que garantam a sua conservação. Os edifícios possuem uma vida útil limitada e seguem um processo de envelhecimento desde a sua construção até à sua reabilitação e demolição. As intervenções de manutenção e conservação permitem a dilatação do ciclo de vida da construção e a facilidade de acesso a estas intervenções permite uma gestão mais eficaz do processo de conservação do edifício.

- Escolher produtos de construção de fácil conservação:

A escolha de produtos de fácil conservação acarreta benefícios efetivos para o custo e o tempo de manutenção dos sistemas e dos produtos na fase de operação do edifício, além de proporcionar um intervalo de tempo maior entre a substituição de produtos construtivos ao longo da vida útil do edifício (HILGENBERG, 2010).

4.1.2.7 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção

Este critério está dividido em quatro subcategorias, que podem ser agrupadas em duas subcategorias a serem analisadas:

- Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção

Segundo Hilgenberg (2010), o AQUA adota parâmetros das famílias das NBR ISO 14020 - Gestão ambiental Rotulagem ambiental e NBR ISO 14040 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Baseia-se nos padrões da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) para cimento e blocos e tubos de concreto. Para a madeira, são considerados: Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil), CERFLOR (Programa Brasileiro de Certificação Florestal).

- Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção:

Compatível com o critério anterior. Após conhecer o produto, define-se qual produto de construção deve ser utilizado.

- Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva:

Este critério e o próximo foram criados no AQUA como obrigatórios para, no mínimo, 50% dos produtos de estrutura portante vertical, estrutura portante horizontal, fundações, contrapiso, revestimento de argamassas, revestimentos de piso, sistemas prediais e pintura. Trata-se de garantir a formalidade fiscal e trabalhista dos processos citados.

- Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva:

Compatível com o critério anterior. Após conhecer os fabricantes define-se a escolha dos mesmos.

4.2 ESTUDO DE CASO

De acordo com a caracterização da pesquisa descrita no capítulo 3, a análise qualitativa foi realizada utilizando a estratégia analítica de descrição do caso, considerando aspectos ligados à gestão do processo de projeto em uma empresa de elaboração e desenvolvimento de projetos, tentando destacar, todavia sem mensurar, possíveis ganhos com a implantação de melhorias da gestão do processo de projetos, facilitando a introdução de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações.

Desta forma, este estudo apresenta como assunto principal a implantação de requisitos ambientais na fase de projeto das edificações, compreendendo a caracterização geral da empresa escolhida, sua organização funcional, como funcionam as etapas de concepção e elaboração dos projetos e como são implantados requisitos ambientais no processo.

Os dados levantados correspondem ao período entre os meses de junho de 2011 a janeiro de 2012 no departamento responsável pela elaboração e desenvolvimento dos projetos de edificações da Prefeitura Municipal de Curitiba, no Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.

4.2.1 Caracterização geral da empresa

A administração municipal da Prefeitura de Curitiba é composta pela administração direta, cujo controle emana diretamente do poder central, e pela administração indireta, distribuída em entidades de personalidade jurídica própria, como autarquias, empresas públicas, fundações e sociedades de economia mista.

O IPPUC é um órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal de Curitiba, criado em 1965 com a função de coordenar o processo de planejamento e monitoramento urbano de Curitiba. Além da função básica de Pesquisa e Planejamento, o instituto é responsável por:

- Coordenar as ações do Plano de Governo Municipal
- Coordenar a elaboração e acompanhar a implantação do Plano de Obras

- Produzir, agregar e analisar informações relativas a indicadores sociais
- Produzir e coordenar a execução de projetos de arquitetura, comunicação visual e mobiliário urbano
- Coordenar a integração das diretrizes locais de planejamento às diretrizes metropolitanas
- Disseminar as práticas desenvolvidas em Curitiba, através da participação em eventos nacionais e internacionais e através de visitas e cooperação técnica com instituições, cidades e países de todo o mundo.

No âmbito desta pesquisa a unidade de análise é a Assessoria de Projetos, departamento responsável pela produção e coordenação de projetos de arquitetura do Instituto.

4.2.2 Organização Funcional

O Instituto possui uma organização administrativa formal definida por um organograma oficial. Esta estrutura é encabeçada pelo Presidente e ramifica-se em Supervisões ligadas a uma Assessoria Especial. As supervisões por sua vez se subdividem em Coordenações, nas quais se realiza o trabalho operacional pertinente a cada área. Além das supervisões e coordenações, o Instituto conta com assessorias específicas e núcleos especiais.

Como pode se verificar no organograma funcional apresentado na Figura 11 a seguir, a Assessoria de Projetos, unidade de análise da presente pesquisa, localiza-se no mesmo nível das Supervisões. Por se tratar de uma estrutura formal rígida, o organograma oficial não foi alterado, não sendo possível criar oficialmente uma Supervisão de Projetos. Na prática, porém, a Assessoria de Projetos localiza-se no mesmo nível das Supervisões, ocorrendo, portanto, um arranjo informal, de modo a garantir a produção e execução dos projetos de arquitetura, comunicação visual e mobiliário urbano.

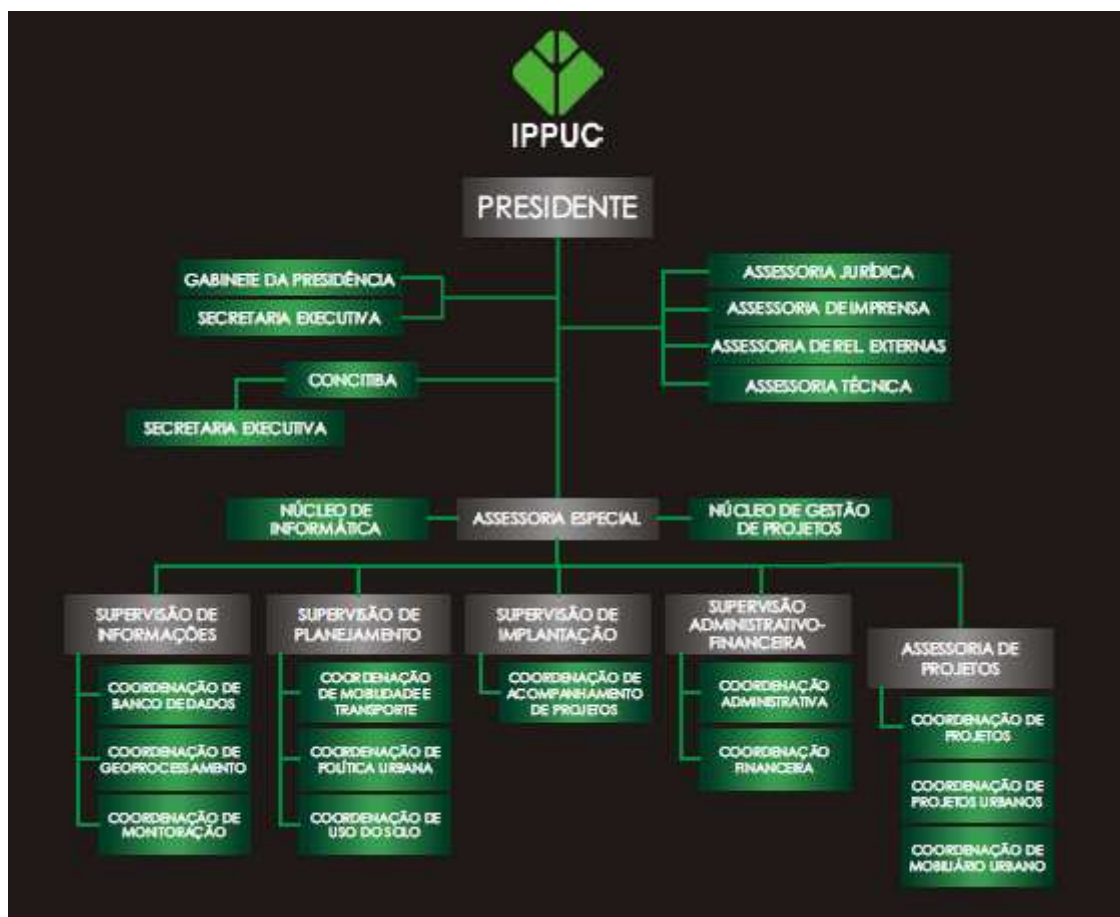


Figura 11: Organograma Funcional do IPPUC.

Fonte: IPPUC (2012)

A Assessoria de Projetos é formada por profissionais da área de engenharia, arquitetura e design que são gerenciados pelos coordenadores, responsáveis pelas informações encaminhadas ao assessor de projetos.

A Assessoria subdivide-se em três coordenadorias, sendo a Coordenadoria de Projetos responsável pela concepção dos projetos arquitetônicos e pela fiscalização dos contratos de execução dos projetos arquitetônicos e complementares. A distribuição dos cargos por área de formação encontra-se no Quadro 9.

Quadro 9: Distribuição dos cargos por área de formação.

ASSESSORIA DE PROJETOS				
Cargo	Supervisão	Coordenação	Secretaria	Equipe Técnica
Arquiteto	1	3	-	17
Engenheiro	-	-	-	3
Designer				1
Tecnólogo	-	-	-	2
Secretário	-	-	2	-
Estagiário	-	-	-	6

Fonte: Autora (2012)

4.2.3 Contratação de projetos na unidade de análise

A Assessoria de Projetos possui uma demanda de quantidades e prazos que não pode ser atendida com a estrutura física e de pessoal disponível nos quadros do instituto. Entretanto, mesmo com o grande volume de projetos em desenvolvimento, também não é considerado viável o aumento da estrutura interna para atendimento da demanda existente. A alternativa adotada foi a contratação de terceiros para o desenvolvimento de projetos.

Desta forma, o quadro fixo de profissionais da Assessoria de Projetos, engenheiros e arquitetos em sua grande maioria, foi direcionado ao trabalho de gestão de contratos e ao seu respectivo apoio técnico. Entretanto, a concepção e planejamento do projeto continuam a ser desenvolvidas pelos arquitetos do quadro de funcionários do Instituto.

Por se tratar de um órgão público, qualquer contratação realizada pelo instituto deve se submeter às imposições da Lei Federal nº 8.666, de 1993. A contratação de projetos ou obras através da Lei 8.666/93 deve seguir uma série de procedimentos e regras pré-estabelecidas, tornando os critérios limitados para escolha das empresas que se responsabilizarão pelo desenvolvimento dos projetos.

Na unidade de análise, o procedimento utilizado nas licitações para desenvolvimento dos projetos consiste em agrupar, em lotes, todos os projetos que fazem parte da demanda, de acordo com a área específica de cada um. Os contratos para os projetos contemplam três grupos: Saúde, Educação e Áreas Diversas da Prefeitura Municipal de Curitiba.

Os critérios para a contratação são definidos dentre as opções indicadas pela Lei, utilizando-se a opção “técnica e preço”, que consiste na avaliação combinada dos documentos comprobatórios de boa técnica e da composição de preços apresentada para cada lote.

4.2.4 Gestão de projeto na unidade de análise

A gestão de projetos é realizada através de uma coordenadoria, que distribui os projetos a serem desenvolvidos para a equipe de arquitetos do quadro de funcionários do setor. Cada arquiteto concebe e elabora o projeto, encaminhando o desenvolvimento para as empresas terceirizadas. Desta forma, a concepção dos projetos continua sendo realizada pelos arquitetos da Assessoria de Projetos e o desenvolvimento sendo executado pelas empresas terceirizadas, que devem seguir os Termos de Referência constantes dos contratos.

O projeto arquitetônico é o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações especiais, porém estas indicações são realizadas de forma linear, sem grande disponibilidade para implantação de propostas técnicas inovadoras. As análises dos projetos complementares se limitam a verificar isoladamente, se cada especialidade de projeto atende ao solicitado pelo termo de referência, acarretando numa orientação de projeto com limitações na integração entre os participantes, dificultando a elaboração de soluções técnicas coordenadas ao longo do desenvolvimento dos projetos.

A fiscalização dos projetos segue as especificações da Lei 8.666, da legislação federal, municipal e estadual vigente e do Termo de Referência, não ocorrendo um processo estruturado de compatibilização dos projetos. A tarefa de compatibilizar projetos está especificada nos contratos de desenvolvimento dos projetos como de responsabilidade da empresa contratada. Entretanto, a empresa não realiza a integração entre as especialidades de projeto envolvidas nos empreendimentos, levando a incompatibilidades que acarretam problemas na fase de execução da edificação.

Outros fatores também são relevantes para a existência de falhas na qualidade dos projetos em desenvolvimento na Assessoria. O primeiro fator são os

prazos exíguos para desenvolvimento dos projetos, a fim de atender a grande demanda da população por mais equipamentos públicos. O segundo fator é a falta de maior disponibilidade de empresas de projeto no mercado, em virtude do grande aquecimento da construção civil existente atualmente e o terceiro fator é a cultura de elaboração de projetos, onde muitas vezes os projetos apresentados se assemelham mais a croquis do que a projetos executivos, acarretando no recebimento de serviços de baixa qualidade, demonstrando que por mais rígido que seja o processo de contratação das empresas, não há garantia que o atendimento atenda a qualidade pretendida pela Assessoria de Projetos.

4.2.5 Cenário - Como são implantados os critérios ambientais da categoria Recursos Materiais na unidade caso

Para análise de como os requisitos ambientais são implantados na fase de projeto no Instituto, foi utilizada a relação entre os requisitos ambientais dos dois sistemas de avaliação LEED e AQUA, na Categoria Recursos Materiais, e as etapas de projeto definidas no Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo da ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura, conforme o item 4.1.3 - Análise dos requisitos ambientais que devem ser implantados na fase de projeto.

4.2.5.1 Implantação de requisitos ambientais, relativos à Categoria Recursos Materiais, na fase de estudo preliminar

4.2.5.1.1 Reutilização do edifício

O critério de reutilização do edifício do sistema de avaliação LEED refere-se aos casos de reforma e ampliação da edificação e exige que seja mantida uma porcentagem de elementos estruturais ou elementos de fechamento e acabamento da edificação, tais como paredes, pisos e telhas. Este critério está diretamente relacionado à configuração da edificação e às exigências definidas no programa de necessidades, elementos constantes do estudo preliminar do projeto. Nos casos de

reforma e ampliação da edificação na Assessoria de Projetos, a assessoria deve atender ao programa de necessidades da Secretaria ou Órgão responsável pela edificação.

O critério do LEED pontua a permanência de no mínimo cinquenta por cento dos seguintes elementos:

- Elementos estruturais
- Paredes
- Pisos
- Telhas
- Esquadrias
- Forros

No caso das edificações públicas, de forma geral existe deficiência na qualidade dos serviços de manutenção. Os elementos de acabamento normalmente encontram-se deteriorados, tornando difícil o seu aproveitamento na reforma da edificação. As esquadrias são geralmente projetadas em ferro. Com a falta de manutenção, sofrem oxidação e passam a não funcionar corretamente. As telhas são em material cerâmico e como o tempo de utilização da edificação após a primeira reforma é geralmente longo, as telhas encontram-se muitas vezes deterioradas, dificultando seu aproveitamento. Os forros são em madeira e com a falta de manutenção, também se encontram geralmente deteriorados para serem aproveitados. Estes fatores dificultam o atendimento deste critério por parte da assessoria de projetos.

Desta forma, para possibilitar a utilização do critério ambiental “reutilização do edifício”, o aproveitamento dos elementos estruturais e das paredes, em conjunto com possíveis ajustes no programa de necessidades de cada Secretaria, pode ser uma alternativa a ser seguida. Quando são criados novos ambientes nas edificações a serem reformadas, é possível aproveitar as paredes e elementos estruturais existentes, se houver um foco maior para este objetivo na concepção do projeto.

4.2.5.2 Implantação de requisitos ambientais na fase de anteprojeto

4.2.5.2.1 Reutilização de recursos

O critério de reutilização de materiais do sistema de avaliação LEED refere-se à utilização de materiais de construção ou produtos renovados ou recuperados, tendo como exemplo a utilização de:

- Mobiliário existente
- Portas
- Vigas
- Postes
- Painéis e quadros
- Pisos
- Tijolos
- Itens decorativos
- Madeiras de demolição.

Conforme mencionado no item reutilização do edifício, as edificações públicas de forma geral possuem manutenção deficitária. Os elementos de acabamento normalmente encontram-se deteriorados, tornando difícil o seu aproveitamento na reforma da edificação. Entretanto, no caso de reutilização de materiais, vários elementos podem ser reutilizados na própria obra de reforma e ampliação, principalmente as madeiras de demolição e os tijolos.

Na Assessoria de Projetos o critério de reutilização de materiais não está sendo atendido na maior parte dos projetos, em virtude principalmente de três fatores. O primeiro fator é a falta de integração com a Secretaria Municipal de Obras Públicas - SMOP, órgão responsável pela elaboração do edital de licitação. O critério de reutilização de materiais, além de ser atendido na fase de projeto, também deve ser incluído na fase de execução, a fim de assegurar que a empresa executora da obra preveja o depósito dos materiais a serem reutilizados, o reaproveitamento dos mesmos e o orçamento para atendimento destes elementos.

O segundo fator é a falta de um tempo maior para elaboração e desenvolvimento dos projetos, já que este critério exige uma análise mais detalhada dos elementos arquitetônicos que utilizarão os materiais reaproveitados na demolição da própria reforma. Conforme mencionado anteriormente, a Assessoria de Projetos possui uma demanda de quantidades e prazos que não pode ser atendida com a estrutura física e de pessoal disponível, sendo necessário terceirizar o desenvolvimento de projetos. Devido à necessidade de se atender prazos exíguos, muitas vezes não há tempo para elaboração de um projeto que tenha um olhar mais atencioso para este critério ambiental.

O terceiro fator que dificulta a reutilização de materiais provenientes da demolição de outras edificações é o alto custo destes materiais no mercado. Os materiais de demolição em geral apresentam um custo elevado, o que dificulta a sua utilização nas obras públicas. Poderia haver um depósito de materiais provenientes das demolições das próprias edificações pertencentes à Prefeitura Municipal de Curitiba – PMC, com uma gestão coordenada da utilização do depósito. No entanto, a criação deste serviço está fora do escopo da Assessoria de Projetos.

4.2.5.2.2 Materiais com conteúdo reciclado

Este critério refere-se à utilização de materiais que sejam provenientes da reciclagem de materiais antes, durante e após o processo produtivo. O critério de materiais com conteúdo reciclado do sistema de avaliação LEED está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas na fase de anteprojeto.

Os materiais com conteúdo reciclado são divididos em produtos com material reciclado pós-consumo e produtos com material reciclado pré-consumo. Produtos com conteúdo reciclado pós-consumo são produtos feitos com material reciclado já utilizado por um consumidor. Eles deixaram de ir para um aterro sanitário ou incineração, fechando assim o ciclo de vida do produto. Este processo é chamado de *closed-loop*. Produtos com conteúdo reciclado pré-consumo são produtos que aproveitam os resíduos da própria produção para a fabricação de

novos produtos, onde os resíduos se transformam novamente em matéria prima. Este processo é chamado de *downcycling*.

O mercado já está disponível para muitos dos materiais provenientes de resíduos da construção, como a madeira, o concreto e o metal e as oportunidades para reciclagem têm aumentado significativamente, no entanto o mercado ainda não se encontra consolidado suficientemente para que estes materiais possam ser utilizados nos projetos de obras públicas. A consolidação de mercado neste caso refere-se tanto ao número de fornecedores quanto à qualidade do material apresentado.

A Assessoria de Projetos já utilizou materiais com conteúdo reciclado na elaboração de alguns projetos, porém atualmente têm evitado a utilização deste tipo de material em virtude de problemas ocorridos durante a fase de utilização da edificação. Frequentemente, têm ocorrido problemas de qualidade na aplicação e manutenção destes produtos, acarretando falta de credibilidade na utilização de materiais com conteúdo reciclado pós-consumo por parte dos projetistas e das Secretarias contratantes dos projetos.

Quanto à utilização de produtos reciclados pré-consumo, é necessário haver uma listagem dos produtos que possuam estas características, a fim de incluí-los nas especificações técnicas dos projetos a serem elaborados.

4.2.5.2.3 Materiais rapidamente renováveis

O critério de materiais rapidamente renováveis refere-se à utilização de materiais com curto ciclo de vida como bambu, cortiça, lã e algodão, reduzindo o uso de recursos não renováveis e de materiais com longo ciclo de vida. Este critério do sistema de avaliação LEED está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas no anteprojeto.

Os materiais rapidamente renováveis são constituídos de matérias primas orgânicas, de origem vegetal ou animal, obtidas de fontes naturais virtualmente inesgotáveis, com curto ciclo de vida. A cortiça, a lã e o algodão são utilizados principalmente nos isolamentos térmicos e acústicos, já o bambu é utilizado em pisos e produtos laminados em geral.

Os materiais rapidamente renováveis apresentam alguns problemas na sua utilização, sendo um dos principais a qualidade do produto oferecido e o custo de aquisição. Segundo Américo (2009), mesmo em países que vêm utilizando o bambu já há algum tempo, existem problemas envolvendo a capacidade de produção, devido à demanda e o controle de qualidade existente, entretanto as lâminas de bambu são um material alternativo excelente para os produtos de madeira em termos de impacto ambiental.

No presente estudo de caso, a grande maioria dos projetos elaborados na Assessoria de Projetos não utiliza isolamento térmico e acústico, onde seria possível incluir a especificação de produtos como cortiça, lã e algodão. Quanto a utilização de bambu, pelo mesmo motivo da não utilização de materiais com conteúdo reciclado, a assessoria de projetos não utiliza este tipo de material em virtude do pouco conhecimento técnico sobre a demanda do mercado existente e o custo deste produto no mercado. Problemas ocorridos durante a fase de utilização da edificação com a aplicação de materiais pouco consolidados no mercado tem acarretado falta de credibilidade na utilização destes materiais por parte dos projetistas e das Secretarias contratantes dos projetos.

4.2.5.2.4 Uso de madeira certificada

O critério de utilização de madeira certificada do sistema de avaliação LEED está diretamente relacionado às especificações técnicas do desenho, definidas no anteprojeto.

Como definição de projeto, madeira certificada é uma madeira originada de manejo florestal, podendo no Brasil ser certificada por dois sistemas de certificação: o *Forest Stewardship Council* –FSC (Conselho de Manejo Florestal) e o CERFLOR – Programa Brasileiro de Certificação Florestal. O selo FSC é uma ferramenta de controle da produção florestal reconhecida internacionalmente e o CERFLOR segue critérios e indicadores nacionais prescritos nas normas elaboradas pela ABNT e integradas ao INMETRO.

A implantação de madeira certificada nos projetos das edificações deve ser realizada tanto na fase de projeto como também no edital de licitação da obra, a fim

de garantir que a empresa executora utilize apenas madeira certificada durante a execução. No caso da Prefeitura Municipal de Curitiba - PMC, o órgão responsável pela elaboração do edital de licitação é a Secretaria Municipal de Obras Públicas – SMOP. Portanto, o primeiro fator a se considerar para implantação deste critério ambiental é a integração entre o IPPUC e a SMOP.

A assessoria de projetos não tem utilizado madeira certificada nos projetos das edificações devido ao custo mais alto deste tipo de material no mercado. Devido ao investimento necessário para produção e controle da madeira certificada, os produtos derivados de madeira ilegal chegam ao comércio com preço mais baixo que os produtos certificados ou legais. Isso acontece pelas precárias condições de trabalho, não pagamento de encargos trabalhistas, exploração em unidades de conservação, exploração de terras públicas ou griladas, fraude de documentos e sonegação.

Entretanto, segundo o Boletim do Mercado Florestal Certificado (2009), uma análise nos preços de madeira serrada pagos pelos consumidores na cidade de São Paulo revelou uma diferença de apenas 8,5% entre a média do preço em metro cúbico de madeira certificada e de madeira comum não certificada. Esta pequena diferença no custo pode facilitar a implantação da madeira certificada na especificação dos projetos elaborados na Assessoria de Projetos, com a tendência de tornar cada vez mais viável a aplicação deste material.

Outro fator importante a salientar é que a lista das espécies de madeira certificada contempla as espécies menos conhecidas, ao passo que a lista de espécies de madeira comum não certificada é composta majoritariamente pelas mais tradicionais e por algumas espécies ameaçadas ou em perigo de extinção, como imbuia e marfim (BOLETIM DO MERCADO FLORESTAL CERTIFICADO, 2009). Também desta forma, a especificação de espécies de madeira que se encontram apenas na categoria de madeira certificada nos projetos da assessoria de projetos também pode ser implantada para incrementar a implantação deste requisito ambiental.

4.2.5.2.5 Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade da construção

Este critério do sistema de avaliação Aqua está dividido em três subcategorias que serão analisadas separadamente a seguir. Conforme já referido anteriormente, estas subcategorias relacionam-se aos aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, aspectos referentes à fase de anteprojeto da edificação.

4.2.5.2.5.1 Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção

Segundo Hilgenberg (2010), este critério procura conciliar a duração da vida útil dos materiais e sistemas empregados com a vida útil do edifício, evitando o investimento em produtos de alta duração para construções de vida curta ou o contrário, evitando que tenha que se fazer a reposição de um sistema ou produto diversas vezes durante o uso do edifício.

Quanto maior for o ciclo de vida de um edifício, maior será o período de tempo, durante o qual, os impactos ambientais produzidos podem ser amortizados. No caso das edificações públicas, salvo raras exceções, o ciclo de vida do edifício é longo. Desta forma, as edificações públicas devem ter características de durabilidade que permitam a redução da deterioração ao longo do seu ciclo de vida.

Com vista a atender este requisito importante, a Assessoria de projetos procura desenvolver os projetos de forma que os materiais e sistemas construtivos sejam duráveis, compatíveis com a duração pretendida para a edificação. Normalmente, a concepção da estrutura é tradicional, em concreto, e as paredes em alvenaria, sendo estes elementos e sistemas utilizados como padrão dos projetos concebidos. No caso das edificações de ensino, os revestimentos dos pisos são em granitina nas áreas de circulação e instalações sanitárias e de tacos de madeira nas salas de aula, materiais resistentes, de longa durabilidade e passíveis de serem recuperados ao longo do tempo.

4.2.5.2.5.2 Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade/separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção

Este critério refere-se à reflexão a respeito da adaptabilidade do edifício às necessidades dos usuários, podendo a edificação manter ou não o seu uso de projeto. A utilização de materiais e sistemas construtivos adequados que prevejam futuras alterações pode acarretar em edificações de alto desempenho que requerem menor uso de recursos e maior durabilidade.

Segundo Strapasson (2011), em sua tese de dissertação, a preservação de edificações através de soluções de flexibilidade é considerada uma prática responsável ambientalmente, pois permite a adaptação do ambiente construído com o mínimo de recursos necessários. Quanto mais flexíveis e adaptáveis são os projetos de uma edificação em relação às mudanças de necessidades do usuário, maior será a vida útil do edifício em questão.

O conceito de reutilização de edifícios adaptáveis tem aumentado em importância devido não só às evoluções tecnológicas, mas principalmente, devido às alterações dos tipos de organizações de trabalho, exigindo criatividade e desenhos flexíveis. No caso das edificações públicas, com longa durabilidade, é pertinente a reflexão a respeito da adaptabilidade do edifício, pois as necessidades dos usuários mudam continuamente, mesmo que o uso se mantenha. Além disso, algumas edificações públicas alteram seu uso durante o seu ciclo de vida, como por exemplo, a transformação de uma unidade de saúde em escola ou vice-versa.

Na assessoria de projetos, no caso das edificações escolares, é utilizada uma padronização para as salas de aula, que muitas vezes podem ser adaptadas como espaços para biblioteca ou sala de informática. Os pátios internos das creches também podem ser adaptados para área de refeitório, área de apresentação artística ou de reuniões com os pais. No caso das unidades de saúde, a padronização do tamanho das salas de consulta também permite uma adaptação destas áreas para outros fins, como exames ginecológicos ou atendimento psicológico.

Outra forma de adaptabilidade que está sendo implantada é a introdução de circuitos elétricos de reserva nos projetos de instalações elétricas, a fim de que o quadro elétrico geral atenda futuramente eventuais instalações elétricas suplementares, normalmente iluminação externa e equipamentos acessórios introduzidos após algum tempo de uso da edificação.

4.2.5.2.5.3 Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas

Este critério visa verificar se o produto, sistema ou processo respeita os requisitos estabelecidos por algum órgão reconhecido que emita um selo de certificação. É baseado em padrões de qualidade do PSQ - Programa Setorial de Qualidade, do programa SIMAC - Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos, do IPT ou do Inmetro. No caso de cimentos e blocos ou tubos de concreto, o material deve ter o selo de certificação de qualidade ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland (HILGENBERG, 2010). Segundo a mesma autora, esta preocupação no Brasil representa um enorme desafio, contudo há iniciativas que se alinham com o nível de exigência da preocupação. É o começo da adaptação do mercado às necessidades da construção mais sustentável.

No caso dos projetos concebidos na Assessoria de Projetos, a elaboração das especificações técnicas dos materiais através da exigência de selos de certificação não está sendo prevista, em virtude principalmente de dois fatores. O primeiro fator de não aplicação deste critério é a falta de tempo adequado para uma pesquisa mais criteriosa sobre os materiais certificados existentes. Conforme já mencionado anteriormente, a terceirização do desenvolvimento dos projetos no setor e os prazos curtos para execução dos projetos têm acarretado falta de qualidade, impossibilitando uma elaboração das especificações técnicas e do memorial descritivo de maneira mais criteriosa. O segundo fator de não aplicação do critério é a falta de adaptação do mercado para atender a demanda por produtos certificados.

4.2.5.2.6 Escolhas construtivas para a facilidade da conservação da construção

4.2.5.2.6.1 Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício

As intervenções de manutenção e conservação permitem a dilatação do ciclo de vida da construção e a facilidade de acesso a estas intervenções permite uma gestão mais eficaz do processo de conservação do edifício. No caso da

Assessoria de Projetos a facilidade de acesso para a conservação do edifício é prevista nos projetos, através da implantação de vários elementos:

- Em alguns projetos são executadas pelo menos duas caixas de água ou reservatórios elevados, a fim de garantir que quando houver manutenção e limpeza de um reservatório o outro assegure o abastecimento de água na edificação.
- São projetados alçapões de acesso à cobertura, para manutenção das instalações elétricas e hidráulicas, incluindo projeto de reforço estrutural nas aberturas das lajes.
- Apesar do custo mais elevado, são projetadas torneiras e válvulas de descarga antivandalismo, mais resistentes á utilização frequente.
- As canaletas de captação de águas pluviais são projetadas com grelhas que podem ser abertas, para facilitar a limpeza.

Outros elementos podem ser facilmente inseridos nos projetos executados na Assessoria, a fim de haver maior ampliação na aplicação deste critério.

4.2.5.2.6.2 Escolher produtos de construção de fácil conservação

A escolha de produtos de fácil conservação acarreta benefícios efetivos para o custo e o tempo de manutenção dos sistemas e dos produtos na fase de operação do edifício, além de proporcionar um intervalo de tempo maior entre a substituição de produtos construtivos ao longo da vida útil do edifício (HILGENBERG, 2010).

Atualmente, esquece-se que após a construção, um edifício deve ser objeto de alguns investimentos periódicos que garantam a sua conservação. Os edifícios possuem uma vida útil limitada e seguem um processo de envelhecimento desde a sua construção até à sua reabilitação e demolição. Inevitavelmente, com o passar dos anos, os edifícios tendem a deteriorar-se, chegando a atingir um estado de degradação que não é compatível com o conforto e a segurança estrutural prevista.

Devido às restrições da Lei 8.666/93, a manutenção das edificações públicas é realizada por empresas que apresentaram o menor preço, incluindo o fornecimento de materiais, acarretando deficiências graves nos contratos de

manutenção, já que o edital de licitação e as especificações técnicas incluídas nos termos de referência devem ser muito bem elaborados, abrangendo as mais diversas intervenções, além do acompanhamento jurídico necessário para todo o processo, incluindo a fiscalização técnica necessária. Todo esse processo muitas vezes apresenta falhas, trazendo dificuldades para a manutenção e conservação das edificações públicas.

Desta forma, os projetos elaborados na Assessoria de Projetos têm a preocupação de serem executados com materiais de fácil conservação e manutenção, conforme algumas indicações a seguir referenciadas:

- Os azulejos previstos nos projetos têm modelo e dimensões padronizadas, sendo fácil de adquirir o mesmo produto em caso de substituição. O mesmo se aplica para os pisos cerâmicos.
- Os pisos em granitina são de fácil limpeza e no caso de recuperação necessitam apenas de lixamento e impermeabilização. São pisos de grande durabilidade.
- Os pisos nas salas de aula, devido ao conforto térmico exigido pela Secretaria de Estado da Saúde – SESA são em tacos de madeira, material resistente e também de fácil conservação.
- Devido à dificuldade de manutenção dos sistemas de aquecimento a gás, são utilizados chuveiros para aquecimento de água.

Conforme referenciado no item anterior, outros elementos podem ser facilmente inseridos nos projetos executados na Assessoria, a fim de haver maior ampliação na aplicação deste critério. Entretanto pode-se concluir que a Assessoria de Projetos utiliza frequentemente este critério na elaboração dos projetos das edificações.

4.2.5.2.7 Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção

4.2.5.2.7.1 Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção

Segundo Hilgenberg (2010), o AQUA adota parâmetros das famílias das NBR ISO 14020 - Gestão ambiental Rotulagem ambiental e NBR ISO 14040 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Baseia-se nos padrões da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) para cimento, blocos e tubos de concreto. Para a madeira, são considerados o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil) e o CERFLOR (Programa Brasileiro de Certificação Florestal).

O conhecimento dos impactos ambientais dos produtos da construção, foco deste critério do AQUA, está diretamente relacionado à Análise do Ciclo de Vida da edificação. Segundo definição da SETAC - *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, a ACV é um “*processo para avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação dos usos de energia e matéria e das emissões ambientais, avaliando o impacto ambiental desses usos e identificando e avaliando oportunidades de realizar melhorias ambientais*”.

Atualmente, existem softwares desenvolvidos com o objetivo de atender às necessidades do setor da construção quanto à quantificação do desempenho ambiental de edifícios e quanto ao uso dos dados ambientais produzidos pelos fabricantes, permitindo comparar variadas alternativas para o mesmo edifício, com diferentes materiais, diferentes componentes e diferentes modos de construção. Como complementação da análise destes impactos, é possível a integração destes softwares com o modelo BIM – Building Information Modelling, permitindo uma avaliação completa dos impactos ambientais do projeto.

Entretanto, a grande barreira à disseminação do uso de ferramentas de análise de impactos ambientais dos edifícios é a disponibilidade dos dados ambientais pelos fabricantes dos produtos. Atualmente, as indústrias brasileiras, responsáveis pela fabricação de produtos da construção civil, não têm se preocupado em disponibilizar aos clientes dados dos impactos ambientais destes produtos. No entanto, apesar das dificuldades, as análises ambientais tem se tornado cada vez mais exigências do mercado e nos próximos anos espera-se que políticas públicas relativas ao desempenho ambiental sejam embasadas por resultados de análises de ciclo de vida.

Na presente unidade caso analisada, a Assessoria de Projetos do IPPUC, a avaliação do impacto ambiental dos produtos da construção não tem sido realizada devido à falta de implantação de ferramentas apropriadas para análise do ciclo de vida da edificação e a pouca disponibilidade de pessoal técnico qualificado para realização desta análise. As perspectivas de implantação deste critério ficam condicionadas a uma melhor adaptação do mercado existente e a um melhor gerenciamento do processo de projetos atualmente em vigor.

4.2.5.2.7.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção

Este critério está diretamente relacionado ao critério anterior. A partir do conhecimento dos impactos ambientais dos produtos de construção, pode-se fazer a escolha dos produtos que produzem menor impacto ambiental.

4.2.5.2.7.3 Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva

A exigência deste critério é feita somente no Brasil, devido à informalidade e sonegação de impostos existente no setor da construção civil no país. O sistema de avaliação AQUA exige que pelo menos cinquenta por cento (50%) dos materiais de construção devem ter nota fiscal, a fim de reduzir a informalidade fiscal e trabalhista na cadeia produtiva.

Este critério não está relacionado à fase de projetos da edificação, mas sim a fase de execução, devendo ser implantado a partir do edital de licitação da obra. Entretanto, como estava inserido dentro do critério de **escolha dos produtos de construção que limitam os impactos socioambientais da construção**, foi incluída uma breve análise de como está sendo implantado na unidade caso.

Para implantação deste critério é necessária uma verificação detalhada das notas fiscais emitidas pela empresa executora da edificação. As notas fiscais devem ser verificadas em conjunto com a composição de preços unitários de cada item do orçamento, a fim de haver comparação entre os insumos de cada serviço previsto no orçamento e as notas fiscais emitidas. Para isto é necessária a formação de uma

equipe técnica que faça esta verificação. Atualmente este tipo de serviço não está sendo desenvolvido na Prefeitura Municipal de Curitiba.

4.2.5.2.7.4 Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva

Este critério está diretamente relacionado ao critério anterior. A partir do conhecimento dos fabricantes dos produtos que não praticam a informalidade na cadeia produtiva, pode-se fazer a escolha dos produtos que atendam a este critério.

4.3 RESULTADOS

Após compreender a gestão de projeto na unidade caso e analisar como são implantados os requisitos ambientais, tem-se uma visão mais ampla de todo o processo de gerenciamento de projetos e implantação de critérios ambientais numa empresa responsável pela concepção e elaboração de projetos de edificações públicas.

Desta forma, pela análise realizada, podem ser identificados alguns fatores que influenciam na implantação dos critérios ambientais na fase de projeto:

- São necessários alguns ajustes no Programa de Necessidades para introdução dos critérios ambientais a serem implantados na fase de anteprojeto. Estes ajustes podem ser facilmente realizados com a integração entre os diversos participantes do processo, principalmente entre cliente e projetista.
- É necessária uma maior integração entre a fase de projeto e a fase de execução, pois alguns critérios necessitam ser inseridos em duas ou mais fases do ciclo de vida da edificação. No caso da unidade de análise, alguns critérios ambientais precisam ser implantados na fase de anteprojeto e no edital de licitação da obra. Esta integração pode ser feita através de um processo de projeto integrado.
- O custo de aquisição de alguns materiais exigidos nos critérios ambientais é fator determinante para a implantação destes materiais nas

especificações técnicas de projeto. É necessária uma avaliação de custos de todo o ciclo de vida da edificação, pois algumas vezes o custo de aquisição se dilui rapidamente com a economia gerada na utilização da edificação.

- A Assessoria de Projetos não implanta madeira certificada nas especificações técnicas de projeto devido ao custo deste material no mercado. Entretanto, a inclusão de espécies de madeira que se encontram apenas na categoria de madeira certificada nas especificações dos projetos pode ser um fator a ser utilizado, desta forma excluindo espécies de madeira não certificadas, compostas majoritariamente pelas mais tradicionais, como imbuia e marfim.
- A falta de disponibilidade dos dados ambientais pelos fabricantes de alguns produtos dificulta a implantação de alguns critérios. No entanto, apesar destas dificuldades, as análises ambientais têm se tornado cada vez mais exigências do mercado e espera-se que políticas públicas relativas ao desempenho ambiental sejam embasadas por resultados de análises de ciclo de vida. De qualquer forma, é importante que a empresa tenha pessoal técnico qualificado para análise e fiscalização de uma ACV.
- A ocorrência de problemas de qualidade na fase de utilização da edificação, devido à aplicação de alguns produtos com conteúdo reciclado ou com curto ciclo de vida, tem acarretado falta de credibilidade na utilização destes materiais por parte dos projetistas e das Secretarias contratantes dos projetos. Este problema pode ser resolvido com uma análise mais criteriosa destes materiais, através da implantação de uma comissão técnica ambiental.

Para melhor compreensão do estudo de caso, foi elaborada uma tabela com os critérios ambientais analisados, relacionando se cada critério está sendo atendido e em caso negativo, o motivo do não atendimento. O Quadro 10 a seguir apresenta os resultados alcançados.

Quadro 10: Atendimento dos critérios relativos à Recursos Materiais na unidade caso.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	O CRITÉRIO ESTÁ SENDO ATENDIDO?	MOTIVO DO NÃO ATENDIMENTO	COMO ATENDER O CRITÉRIO NA FASE DE PROJETO
LEED	Reutilização do edifício	NÃO	Deficiência na qualidade dos serviços de manutenção, impossibilitando o aproveitamento dos materiais existentes	Fora do escopo da fase de projeto
			Prazos reduzidos para elaboração dos projetos	Aumentar o tempo de planejamento do projeto, possibilitando uma análise mais detalhada dos elementos estruturais a serem reutilizados na reforma
LEED	Reutilização de recursos	NÃO	Falta de integração com a fase de execução	Inclusão no edital de licitação e no orçamento, do depósito e manejo dos materiais a serem reutilizados
			Prazos reduzidos para elaboração dos projetos	Aumentar o tempo de planejamento do projeto, possibilitando uma análise mais detalhada dos elementos arquitetônicos que utilizarão os materiais reaproveitados na demolição da própria reforma

			Alto custo dos materiais de demolição no mercado	Avaliação de custos do ciclo de vida da edificação, para análise da diluição dos custos de aquisição destes materiais
--	--	--	--	---

LEED	Materiais com conteúdo reciclado	NÃO	Falta de consolidação no mercado dos materiais com conteúdo reciclado	Fora do escopo da fase de projeto
			Problemas ocorridos durante a fase de utilização da edificação com a aplicação de materiais pouco consolidados no mercado têm acarretado falta de credibilidade na utilização destes materiais	Fornecimento de cursos para capacitação técnica dos projetistas, a fim de mudar a imagem da utilização destes materiais

LEED	Materiais rapidamente renováveis	NÃO	Problemas ocorridos durante a fase de utilização da edificação com a aplicação de materiais pouco consolidados no mercado têm acarretado falta de credibilidade na utilização destes materiais	Fornecimento de cursos para capacitação técnica dos projetistas, a fim de mudar a imagem da utilização destes materiais
			Custo elevado destes materiais no mercado	Avaliação de custos do ciclo de vida da edificação, para análise da diluição dos custos de aquisição destes materiais

LEED	Uso de madeira certificada	NÃO	Custo elevado destes materiais no mercado	Especificar espécies de madeira que se encontram apenas na categoria de madeira certificada
AQUA	Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção	SIM	O critério está sendo atendido	Os projetos são desenvolvidos de forma que os materiais e sistemas construtivos sejam duráveis
AQUA	Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade/separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção	SIM	O critério está sendo atendido	Os projetos desenvolvidos são adaptados para vários tipos de uso
AQUA	Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas	NÃO	Prazos reduzidos para elaboração dos projetos	Aumentar o tempo de planejamento do projeto, possibilitando uma análise mais detalhada na escolha dos materiais a serem especificados no projeto
			Falta de adaptação do mercado para atender a demanda por produtos certificados	Fora do escopo da fase de projeto

AQUA	Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício	SIM	O critério está sendo atendido	Os projetos são desenvolvidos a fim de facilitar as intervenções de manutenção e conservação
-------------	--	------------	--------------------------------	--

AQUA	Escolher produtos de construção de fácil conservação	SIM	O critério está sendo atendido	Os projetos elaborados têm a preocupação de serem executados com materiais de fácil conservação e manutenção
-------------	---	------------	--------------------------------	--

AQUA	Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção	NÃO	Falta de disponibilidade dos dados ambientais pelos fabricantes dos produtos	Fora do escopo da fase de projeto
			Falta de implantação de ferramentas apropriadas para análise do ciclo de vida da edificação	Implantação de softwares que permitam comparar variadas alternativas para o mesmo edifício, com diferentes materiais, diferentes componentes e diferentes modos de construção
			Pouca disponibilidade de pessoal técnico qualificado para realização da análise do ciclo de vida da edificação	Contratação de profissionais especializados ou qualificação técnica dos profissionais existentes

AQUA	Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	NÃO	Pouca disponibilidade de pessoal técnico para verificação das notas fiscais emitidas pela empresa executora	Fora do escopo da fase de projeto
-------------	--	------------	---	-----------------------------------

Fonte: Autora (2012)

CAPÍTULO 5

5 DIRETRIZES PROPOSTAS

Neste item, apresenta-se uma proposta de diretrizes para a implantação de requisitos ambientais na fase de projeto da edificação, utilizando como referência a caracterização proposta por Silva e Figueiredo (2010) para um Processo de Projeto Integrado - **Processo de Projeto Integrado: recomendações para empreendimentos com metas rigorosas de desempenho ambiental.**

A proposta dos referidos autores, conforme o próprio título indica, é voltada para empreendimentos onde o índice de desempenho ambiental deve ser elevado. Entretanto o objetivo principal deste trabalho é **“identificar as melhorias necessárias no processo de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável”**, tratando-se de uma proposta de implantação de requisitos ambientais através de melhorias no processo de projeto, utilizando dois sistemas de avaliação ambiental como referência. Desta forma, a presente pesquisa não se refere à obtenção de altos índices de desempenho ambiental, delimitando-se à obtenção de atendimento dos requisitos ambientais previstos em dois sistemas de avaliação.

Para elaboração das diretrizes propostas, foi utilizado o modelo de Silva e Figueiredo (2010), adaptado para a realidade do Estudo de Caso realizado. Vários procedimentos propostos pelos referidos autores foram retirados ou adaptados, por se referirem à modos de procedimentos voltados para empreendimentos onde é exigido um elevado desempenho ambiental.

5.1 DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE REQUISITOS AMBIENTAIS NAS ETAPAS DE PROJETO

As diretrizes foram desenvolvidas considerando as etapas da fase de projeto e os procedimentos a serem implantados em cada etapa.

Um pré-requisito essencial para a implantação de requisitos ambientais é a cooperação e comprometimento dos participantes e a comunicação das vantagens de um processo de projeto orientado para a implantação de requisitos ambientais, sendo necessária a integração da equipe, a fim de que os requisitos ambientais sejam efetivamente implantados no projeto. Recomenda-se que, num primeiro momento, seja conduzida uma apresentação sobre a importância deste processo.

5.1.1 Programa de Necessidades

No início desta etapa é elaborado o programa de necessidades e realizada uma minuciosa análise do local. Estes dados servirão de base para uma primeira reunião multidisciplinar com a equipe completa, criando uma integração e uma compreensão clara das informações de entrada do projeto entre todos os participantes.

Conforme já referenciado na revisão bibliográfica da presente pesquisa, o programa de necessidades desempenha um papel fundamental no processo de projeto. O programa deve ser bastante completo e claro, compreendendo as principais áreas e funções. Os requisitos funcionais já devem ser expressos através de parâmetros ambientais como, no caso desta pesquisa, os recursos materiais a serem utilizados.

5.1.1.1 Levantamento e análise do local

Uma pesquisa e análise do local e do entorno são fundamentais. Uma avaliação mais simplificada pode auxiliar na escolha, mas depois de selecionado o local, a análise deve ser minuciosa, a fim de orientar as futuras decisões de projeto. É recomendável que o cliente e futuros usuários participem desta análise. A investigação e o estudo das características do local e clima já podem ser realizados nesta fase.

5.1.1.2 Seleção de um sistema de avaliação e certificação ambiental

Nesta fase deve ser adotado um sistema de avaliação ambiental como ferramenta de suporte para a implantação de requisitos ambientais. É importante chamar atenção que o sistema selecionado deve ser entendido como uma ferramenta de suporte e não como uma finalidade em si. É fundamental o questionamento e análise crítica, por parte da equipe, de cada requisito e meta, considerando os objetivos, expectativas e necessidades a serem atendidas. Na presente pesquisa foram analisados os sistemas LEED e AQUA, na categoria Recursos Materiais.

5.1.1.3 Constituição da equipe

A equipe de projeto deve ser formada o mais cedo possível, para assegurar as entradas de informação e o suporte técnico necessário durante a etapa inicial de implantação de requisitos ambientais. Uma configuração da equipe de projeto precisa ser desenvolvida de acordo com as particularidades e objetivos do projeto. Devem estar presentes já na primeira reunião de trabalho os seguintes participantes:

- Cliente – representante do órgão responsável pelo equipamento público a ser projetado
- Gerente de manutenção e operação do equipamento público a ser projetado
- Representantes dos usuários
- Coordenador de projetos
- Arquiteto e demais projetistas
- Especialista em eficiência energética
- Consultor de custos
- Representante da Secretaria Municipal de Obras Públicas
- Autoridade de uma comissão ambiental
- Coordenador do processo de implantação ambiental.

A implantação de requisitos ambientais envolve a colaboração entre os membros da equipe desde o início do processo. Estes membros devem ser consultados quanto à vontade e interesse em participar do processo e cruzar as fronteiras de práticas profissionais convencionais.

5.1.1.4 Reunião inicial multidisciplinar de equipe

Uma primeira reunião de trabalho multidisciplinar é recomendada, ainda nesta etapa, com a participação de toda a equipe. A pauta desta reunião deve incluir:

- Apresentação sobre a implantação de requisitos ambientais
- Questionamento do programa de necessidades
- Discussão e definição consensual das responsabilidades na gestão do processo
- Apresentação dos dados do local
- Apresentação dos dados levantados durante a pesquisa e análise do local, que servirá de base para uma primeira exploração de alternativas de soluções para energia e seleção de sistemas.

5.1.1.5 Gestão do processo

Procedimentos para a gestão do processo precisam ser definidos e posteriormente formalizados, devendo incluir:

- Padronização dos sistemas de comunicação, definindo-se hierarquias e meios para a transferência de informações e compatibilizações.
- Procedimentos para controle, verificação, análise crítica e validação de elementos do projeto.
- Fluxograma de atividade, identificando detalhadamente os papéis e responsabilidades dos participantes, atividades, tarefas e o cronograma.
- Criação de uma comissão responsável pela comprovação documentada de que os sistemas do edifício funcionam de acordo com os critérios

estabelecidos nos documentos de projeto e necessidades de operação do usuário.

5.1.1.6 Pesquisa e análise

Os vários participantes envolvidos poderão desenvolver isoladamente os trabalhos de pesquisa e análise, a partir das informações de entrada já examinadas. Oportunidades e limites relacionados ao programa de necessidades devem ser explorados.

5.1.2 Estudo Preliminar

Nesta etapa, a equipe deve continuar com as atividades de pesquisa e análise. Alternativas para os conceitos devem ser desenvolvidas, aproveitando-se as habilidades e conhecimentos de todos os membros. No caso da presente pesquisa, o critério ambiental da Categoria Recursos Materiais, relativo à reutilização do edifício, deve ser implantado.

5.1.2.1 Reunião multidisciplinar de equipe

Uma série de reuniões presenciais para desenvolvimento de soluções específicas são necessárias ao longo das etapas de projeto, participando os membros principais da equipe e aqueles diretamente envolvidos com o problema de projeto em pauta.

Deve ser realizada uma nova reunião de equipe completa, para o compartilhamento de resultados dos trabalhos de pesquisa e análise e início da exploração de alternativas para as soluções e sistemas. Conceitos preliminares precisam ser propostos.

5.1.2.2 Pesquisa e análise

Deve ser buscada a otimização entre as soluções de projeto, considerando-se simultaneamente o custo do empreendimento, oportunidades de redução de

custos e economias durante a operação, que são as questões chaves para as decisões de projeto. É fundamental que os custos sejam considerados em função de todo o ciclo de vida do edifício e esforços devem ser despendidos para convencer o cliente quanto às vantagens de longo prazo, relacionadas ao atendimento a metas de desempenho ambiental.

Esta pode ser uma tarefa difícil, por que vantagens financeiras de curto prazo costumam ser priorizadas para a tomada de decisões. Uma apresentação das implicações quanto aos custos ao longo do ciclo de vida é uma maneira eficaz para convencer o cliente a rever considerações de curto prazo.

5.1.2.3 Gestão do processo

É importante a realização das atividades e tarefas conforme o fluxograma de atividades e o cronograma estabelecido. Os requisitos definidos pelos participantes devem estar sendo atendidos e o fluxograma de atividades deve ser atualizado, considerando novas necessidades, oportunidades e restrições.

5.1.3 Anteprojeto

As atividades de pesquisa e análise devem continuar sendo aprofundadas, mas à medida que os vários projetos são detalhados, o escopo de investigação vai se estreitando, bem como as possibilidades de alterações. Cálculos, projetos, materiais e componentes precisam ser definidos.

No caso da presente pesquisa, utilizando como referência os Sistemas de Avaliação LEED e AQUA, os critérios ambientais a serem implantados nesta etapa são:

- Reutilização de materiais renovados ou recuperados
- Utilização de materiais com conteúdo reciclado
- Utilização de materiais com curto ciclo de vida
- Utilização de madeira certificada
- Fazer escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade da construção
- Fazer escolhas construtivas que facilitem a conservação da construção

- Escolher produtos de construção que limitem os impactos socioambientais da construção

5.1.3.1 Reunião multidisciplinar de equipe

Na passagem da etapa de estudo preliminar para a etapa de anteprojeto, os conceitos de projeto devem ser selecionados entre as alternativas propostas e aprovados, baseando-se nas avaliações de desempenho. Para esta tarefa, deve haver uma nova reunião de equipe multidisciplinar, na qual os resultados dos trabalhos de pesquisa e análise, bem como as alternativas de soluções, poderão ser compartilhados e avaliados.

5.1.3.2 Pesquisa e análise

Após a reunião, novas atividades de pesquisa e análise devem ser realizadas. Quanto à seleção de materiais, as especificações precisam ser verificadas caso a caso, quanto ao desempenho ambiental. O conceito de Análise do Ciclo de Vida - ACV deve ser utilizado e comparações entre opções devem ser baseadas considerando todo o ciclo de vida do edifício.

5.1.3.3 Gestão do processo

Os critérios de desempenho precisam ser verificados e analisados quanto às expectativas dos custos. Os procedimentos de gestão devem seguir as orientações definidas anteriormente e o fluxograma de atividades deve ser atualizado.

5.1.4 Projeto Executivo

Nesta etapa, os documentos de projetos, incluindo desenhos e especificações, são detalhados, a partir dos documentos aprovados da etapa anterior.

5.1.4.1 Reunião multidisciplinar de equipe

A integração alcançada nas etapas anteriores precisa ser mantida, apesar das pressões de prazos cada vez maiores. É recomendada a realização de uma reunião de equipe multidisciplinar no início da etapa, na qual deve ser verificado se os critérios ambientais foram alcançados, considerando as interdependências entre sistemas.

5.1.4.2 Elaboração dos documentos

Os documentos do projeto executivo devem conter critérios, medidas e requisitos de validação, bem como descrições e explicações necessárias para o atendimento dos critérios ambientais. Para processos de certificação ambiental os requisitos e documentação necessária precisam ser explicitados e formalizados nos documentos.

5.1.4.3 Gestão do processo

Os critérios ambientais implantados precisam ser verificados e analisados novamente, por meio de simulações, cálculos e avaliações de custos, para assegurar o atendimento dos requisitos e demonstrar atendimento às normas e a legislação.

Os documentos de construção devem ser revistos pela coordenação de implantação dos critérios ambientais, a fim de assegurar que estejam adequadamente incluídos nos projetos e especificações.

5.1.5 Resumo das diretrizes propostas

Para uma melhor visualização das diretrizes propostas, foi elaborada uma tabela sintetizando os procedimentos a serem implantados em cada etapa. Este resumo encontra-se no Quadro 11 a seguir.

Quadro 11: Diretrizes para implantação de requisitos ambientais na fase de projeto.

ETAPA DE PROJETO	PROCEDIMENTOS NECESSÁRIOS
PRÉ-REQUISITO	Comprometimento dos participantes e comunicação das vantagens de um processo de projeto orientado para a implantação de requisitos ambientais
PROGRAMA DE NECESSIDADES	Levantamento e análise do local
	Seleção de um sistema de avaliação e certificação ambiental
	Constituição da equipe de projeto multidisciplinar
	Reunião de equipe
	Gestão de processo
	Pesquisa e análise
ESTUDO PRELIMINAR	Reunião de equipe
	Pesquisa e análise
	Gestão de processo
ANTEPROJETO	Reunião de equipe
	Pesquisa e análise
	Gestão de processo
PROJETO EXECUTIVO	Reunião de equipe
	Elaboração de documentos
	Gestão de processo

Fonte: Autora (2012)

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 CONCLUSÕES

O objetivo principal desta dissertação foi indicar diretrizes que possam auxiliar arquitetos, engenheiros e participantes de todo o ciclo de vida da edificação, na implantação de critérios ambientais na fase de projeto das edificações.

Considerando a delimitação específica da pesquisa realizada, foram identificadas diversas melhorias para o processo de projeto a fim de possibilitar a implantação de critérios ambientais. Desta forma, no estudo de caso realizado, a primeira melhoria identificada foi a necessidade de integração entre os participantes das diversas fases do ciclo de vida da edificação: projetistas, clientes, responsáveis pela fase de execução e responsáveis pela fase de manutenção da edificação. Em diversos critérios ambientais, nos dois sistemas de avaliação, identifica-se claramente a importância da colaboração entre os diversos participantes desde o início do processo.

Outra melhoria identificada no estudo de caso é a necessidade de haver um especialista em custos na equipe de projeto, a fim de analisar os custos das decisões de projeto em todo o ciclo de vida da edificação, visto que algumas vezes o custo de implantação de algum critério se dilui rapidamente com a economia gerada na fase de utilização da edificação. A mesma necessidade de um especialista foi identificada para a análise dos impactos ambientais no ciclo de vida da edificação. A implantação de uma comissão técnica ambiental pode trazer grandes melhorias na qualidade das decisões de projeto.

Outra melhoria identificada é a necessidade de se utilizar softwares que quantificam o desempenho ambiental dos diversos materiais de construção, permitindo comparar alternativas para o mesmo edifício. Uma avaliação completa dos impactos ambientais do projeto é possível também com a implantação do modelo BIM – *Building Information Modelling* e sistemas compatíveis.

A necessidade de um coordenador de projetos na implantação de critérios ambientais também foi claramente identificada. Em vários critérios ambientais existe a necessidade de integração de informações entre os projetistas e ações de organização e controle de todo o processo, a fim de que os projetos sejam elaborados de forma organizada, nos prazos especificados e cumprindo os objetivos definidos para implantação dos critérios ambientais.

Por último, identificou-se que algumas melhorias já estão sendo aplicadas, verificando-se através do estudo de caso que alguns critérios ambientais referentes a durabilidade, adaptabilidade e conservação da educação já estão sendo implantados, faltando apenas o conhecimento técnico da equipe de projeto de que certos critérios já utilizados estão atendendo os requisitos de sustentabilidade de dois sistemas de avaliação ambiental.

Considera-se que o objetivo principal desta pesquisa foi atendido, visto que foram identificadas as melhorias necessárias no processo de projeto da edificação para torná-la ambientalmente sustentável.

O pressuposto da pesquisa também foi atendido, pois foi demonstrado que uma gestão de projeto eficaz contribui para a implantação de requisitos ambientais no processo de projeto.

6.2 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Durante o desenvolvimento do trabalho percebeu-se que existem vários aspectos que despontam como oportunidades para a realização de novos estudos. O estudo de caso realizado permite que sejam propostas sugestões de temas para novos estudos relativos à influência do gerenciamento de projetos na implantação de requisitos ambientais:

- a) a análise da implantação dos critérios ambientais das outras Categorias dos Sistemas de Avaliação Ambiental podem trazer contribuições significativas na identificação de melhorias no processo de projeto;
- b) outras fases do ciclo de vida da edificação podem ser analisadas para identificar como os requisitos ambientais podem ser implantados;

- c) uma pesquisa voltada para a influência do comprometimento do usuário e do cliente durante a fase de utilização da edificação pode trazer grandes contribuições para a análise dos critérios ambientais implantados na fase de projeto;
- d) faltam trabalhos relativos a aplicação da engenharia simultânea e do processo de projeto integrado na implantação de critérios ambientais.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan; SILVA, Vanessa; SILVA, Maristela. **Avaliação de Edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Brasil – Porto Alegre, RS. 2003. Revista Ambiente Construído, jul./set v.3, n.3, p. 7-18.

AGOPYAN, Vahan. **Impacto ambiental das tintas imobiliárias**. Coletânea Habitare. Vol. 7. Construção e meio ambiente. Porto Alegre. Antac 2006.

AGUILAR, M. T. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações**. Gestão e Tecnologia de Projetos. Volume 4. Número 1. Maio de 2009.

AMÉRICO, Leandro. **Eco-Design e a utilização de materiais alternativos renováveis: o Bambu e sua inter-relação com o design**. 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável - II SBDS. São Paulo. 2009. Anais

ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura. **Manual de contratação de serviços de arquitetura**. Editora Pini. 2011.

BARBIERI, José C. **Avaliação do ciclo de vida do produto como instrumento de gestão da cadeia de suprimento**. XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo: 26 a 28 ago. 2009. **Anais**. Fundação Getúlio Vargas.

BARBIERI, José C.; VASCONCELOS Isabella; ANDREASSI Tales; VASCONCELOS Flávio C. **Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e suposições**. RAE – Revista de Administração de Empresas, vol. 50, n. 2, abril-junho 2010, pp. 146-154. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo.

BOGGENSTÄTTER, U. Prediction and optimization of life cycle costs in early design. **Building Research and Information**, n. 28, Apr./June, 2000, p. 376-386.

BOLETIM DO MERCADO FLORESTAL CERTIFICADO. Publicado por WWF Brasil. Número 3. Ano 2. Abril a junho de 2009.

CABE. Commission for Architecture and the Built Environment. **Resident satisfaction with space in homes.** London. 2009.

CASTELNOU, Antônio M. N. **Considerações gerais sobre eco-arquitetura.** In: Revista Terra&Cultura – Cadernos Científicos de Ensino e Pesquisa. Londrina PR: Centro Universitário Filadélfia – Unifil, ano XVII, n.33, jul./dez.2001, p.76-90.

CATELLI, Armando; SANTOS S. E. **Mensurando a criação de valor na Gestão Pública.** 13th Asian Pacific Conference on International Accounting Issues, realizada no Rio de Janeiro em out. 2001.

DIEGUES, Antonio C. S. **Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis.** Cadernos FUNDAP, v. 6, p. 22-30, 1992.

DIKMEN, Irem; BIRGONUL M.; ARTUK S. **Integrated Framework to investigated Value Innovations.** Journal of Management in Engineering, Vol. 21, Nº 2, April 1, 2005, ASCE.

FABRICIO, Marcio; MELHADO, Silvio B. **Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios.** Gestão do processo de projeto na construção de edifícios, São Carlos, 2001. **Anais.** São Carlos: EESC-USP, 2001.

FABRICIO, Marcio; PHILIPPSEN Luiz. **Avaliação da gestão e coordenação de projetos – aspecto qualidade – de obras públicas vinculadas à Lei n.º 8.666/93.** 2º Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. 03 e 04 de novembro de 2011. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA:** Escritórios e Edifícios escolares. São Paulo: Fundação Vanzolini. Outubro 2007.

GBC BRASIL – Green Building Council Brasil. **Certificação Leed**. Acessível em <<http://www.gbcbrazil.org.br>>. Acesso em 09.09.2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1987.

GONÇALVES, Joana C. S.; DUARTE, Denise H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n.4, p. 51-81 out./dez.2006.

HEINECK, L.; RODRIGUES M. A. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. III Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. 06 e 07 de dezembro de 2007. Curitiba – PR.

HERNANDES, T. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. 2006.

HILGENBERG, F.; **Sistemas de certificação ambiental para edifícios – estudo de caso : aqua**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná. 2010.

HOK Architecture. **The Hok guidebook to sustainable design**. Site oficial. Disponível em <<http://www.hok.com>>. Acesso em 20/12/2011.

HUNKELER, D.; REBITZER, G. **The future of Life Cycle Assessment**. The International Journal of Life Cycle Assessment, Volume 10, Number 5, 305-308, 2005. DOI: 10.1065/lca2005.09.001.

HUOVILA P.; LEINONEN J. **Requirements management tool as a catalyst for communication**. Symposium report on the second worldwide ECCE Symposium. Finland. 2001.

IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br>>. Acesso em: 21.dez.2011.

JALLOW A.; DEMIAN P.; BALDWIN A.; ANUMBA C. **Life cycle approach to requirements information management in construction projects: state-of-the-art and future trends**. Proceedings of 24th Annual Conference of Association of Researchers in Construction Management ARCOM. Wales. September 2008. Vol.2, pp 769-778.

JOHN, Vanderley; SATO N. **Durabilidade de componentes da construção**. Coletânea Habitare. Vol. 7. Construção e meio ambiente. Porto Alegre. Antac 2006.

KAMARA, J.; ANUMBA C. **Client Requirements Processing for Concurrent Life-Cycle Design and Construction**. Journal of Concurrent engineering. Sage Journals online. June, 2000. Vol.8, pp 74-88.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentals of integrated design for sustainable building**. 2009. John Wiley and Sons, New Jersey.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296 f. Thesis (Doctor of Technology) - Technical Research Centre of Finland, VTT Building Technology, Helsinki, 2000. Disponível em: <<http://www.inf.vtt.fi/pdf/publications/2000/P408.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2000.

KOWALTOWSKI, D. C. C. **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto de arquitetura**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 31-45, abr./jun. 2009.

KOWALTOWSKI, D. C. K.; GRANJA, A. D. **The concept of desired value as a stimulus for change in social housing in Brazil.** Habitat International. Volume 35, Issue 3, July 2011, pages 435-436.

LASSU. Laboratório de Sustentabilidade. **Pilares da Sustentabilidade.** Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://lassu.usp.br>. Acesso em: 21.maio.2012.

MALONEY, W. **Construction Product/Service and Customer Satisfaction.** Journal of construction engineering and management, vol. 128, n. 6, p. 522-529, November/December, 2002.

MELHADO, S. O. **Plano da Qualidade dos Empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. UFRJ/ABREPO, Rio de Janeiro, 1999. Anais.

MELHADO, S. B.; GRILO, L. M. **Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na indústria da construção de edifícios.** In: III Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto de Edifícios, Belo Horizonte, MG, 2003.

MELHADO, S. B.; OLIVEIRA O. J. **O papel do projeto em empreendimentos públicos:dificuldades e possibilidades em relação à qualidade.** II Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Curitiba, PR, 2007.

MELLO, L. F.; OJIMA, R. **Além das certezas e incertezas: desafios teóricos para o mito da explosão populacional.** XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu, MG, 2004.

MILES, Matthew B.; HUBERMAN Michael, **Qualitative data analysis: an expanded sourcebook.** Editora Sage, 1994.

MIRON, L. **Gerenciamento dos Requisitos dos Clientes de empreendimentos habitacionais de interesse social: proposta para o programa integrado entrada**

da cidade em Porto Alegre/RS. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **A contribuição da tecnologia da informação ao processo de projeto na construção civil.** Workshop Nacional Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. EESC-USP. São Carlos, 2001.

NOGUEIRA, C. L. **Auditoria de qualidade de obras públicas.** Editora Pini. São Paulo. 2008.

OLIVEIRA, G. B. **Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento.** Revista FAE, Curitiba, volume 5, número 2, p. 37-48, maio/ago. 2002.

PAULISTA, G.; VARVAKIS G.; MONTIBELLER, G. **Espaço emocional e indicadores de sustentabilidade.** Ambiente&Sociedade, Campinas, volume XI, número 1, p. 185-200, Jun. 2008.

PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas da qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. Tese de Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1993.

PROJETO FINEP. **Tecnologias para habitação mais sustentável.** Projeto FINEP 2386/04. Documento 1 – Introdução e desenvolvimento do projeto. São Paulo. 2007

ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROBINSON, J. ***Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development.*** Ecological Economics, N.48, 2004. Pp. 369–384.

RUSCHEL, R. C.; CRESPO, C. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto.** III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007. Anais.

SALGADO, M. S.; MARQUES, F. **Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto.** Workshop Brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios. Curitiba, 2007. Anais.

SALGADO, M. S.; MOTTA, V. L. M. **Gestão de projeto em instituição pública: estudo de caso na universidade federal fluminense.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos, 2003. Anais.

SALGADO, M. S. **Projeto integrado – caminho para a produção de edificações sustentáveis: a questão dos sistemas prediais.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008. Anais.

SCHEER, S.; WITICOVSKI, L. **Utilização de modelagem BIM no processo de integração entre projeto e orçamentação.** Encontro de tecnologia de informação e comunicação. Salvador, 2011. Anais.

SCHONBERGER, R. **Técnicas Industriais Japonesas.** São Paulo: Pioneira, 1992.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** São Paulo: Artmed, 1996.

SILVA, M. T.; CARDOSO, F.; HAITO R. **O valor do serviço de construção de edifícios: construindo um diferencial.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008. Anais.

SILVA, Vanessa G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica.** Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto FINEP 2386/04. São Paulo, 2007.

SILVA, Vanessa G.; FIGUEIREDO, Francisco G. **Processo de Projeto Integrado: recomendações para empreendimentos com metas rigorosas de desempenho ambiental.** Sustainable Building 2010 Brazil (SB10Brazil). Conferência Internacional. São Paulo. Novembro de 2010.

SOARES, Sebastião R. **A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil**. Coletânea Habitare. Vol. 7. Construção e meio ambiente. Porto Alegre. Antac 2006.

STRAPASSON, Danilo. **Flexibilidade em projetos de edificações de ensino superior: estudo de caso na UFPR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná. 2011.

SUMMA. **Por uma arquitetura sustentável**. Artigo da Revista SUMMA+. Edição 118. Novembro, 2011. Página 4-5. Edição em português ISSN 1853-242X. Ação editora.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

UGAYA, Cassia M. L.; LAZZARI M. . **O ecodesign no contexto da gestão do ciclo de vida de produtos**. I Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida, 2008, Curitiba.

WEISE, Andreas; SCHULTZ, Charles; TRIERWEILLER, Andréa. **Custos imobiliários: a aplicação dos conceitos do custo de ciclo de vida**. II Congresso UFSC de Controladoria e Finanças, 2008. Florianópolis.

WOMACK, J. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, Robert. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Editora Bookman, 2001.